

UNIVERSITÉ DE PARIS

ECOLE SUPÉRIEURE DE PHARMACIE

Année 1916-1917.

N° 2.

Sur une Méthode d'essai
DES
HUILES UTILISABLES EN SAVONNERIE

Application aux Graines oléagineuses
des Méliacées.

THÈSE

Pour l'obtention du diplôme de Docteur de l'Université de Paris
(PHARMACIE)

Présentée et soutenue le 16 Décembre 1916.

PAR

Raoul LECOQ

Pharmacien de 1^{re} classe

Licencié ès-sciences

Ex-Interne des Hôpitaux de Paris

Lauréat de l'Ecole Supérieure de Pharmacie

Préparateur adjoint du Cours de Matière Médicale.

JURY { MM. PERROT, Président.
GRIMBERT, Professeur.
GUÉRIN, Agrégé.

LONS-LE-SAUNIER

IMPRIMERIE ET LITHOGRAPHIE LUCIEN DECLUME

1916



UNIVERSITÉ DE PARIS

ÉCOLE SUPÉRIEURE DE PHARMACIE

Année 1916-1917.

N° 2.

Sur une Méthode d'essai

DES

HUILES UTILISABLES EN SAVONNERIE

Application aux Graines oléagineuses
des Méliacées.

THÈSE

Pour l'obtention du diplôme de Docteur de l'Université de Paris

(PHARMACIE)

Présentée et soutenue le 16 Décembre 1916.

PAR

Raoul LECOQ

Pharmacien de 1^{re} classe

Licencié ès-sciences

Ex-Interne des Hôpitaux de Paris

Lauréat de l'Ecole Supérieure de Pharmacie

Préparateur adjoint du Cours de Matière Médicale.

JURY {

MM. PERROT, Président.

GRIMBERT, Professeur.

GUÉRIN, Agrégé.

LONS-LE-SAUNIER

IMPRIMERIE ET LITHOGRAPHIE LUCIEN DECLUME

1916



PERSONNEL DE L'ÉCOLE SUPÉRIEURE DE PHARMACIE

ADMINISTRATION

MM. H. GAUTIER, Directeur, *,  I.
 BOURQUELOT, Assesseur, *,  I.
 G. DURSANT, Secrétaire,  I.

PROFESSEURS

MM. GUIGNARD, Membre de l'Institut, O. *,  I. Botanique générale.
 VILLIERS, *,  I. Chimie analytique.
 BOURQUELOT, *,  I. Pharmacie galénique.
 H. GAUTIER, *,  I. Chimie minérale.
 RADAIS, *,  I. Cryptogamie.
 BÉHAL, O. *,  I. Chimie organique.
 PERROT, *,  I. Matière médicale.
 COUTIÈRE, *,  I. Zoologie.
 BERTHELOT,  I. Physique.
 GRIMBERT, *,  I. Chimie biologique.
 MOUREU, Membre de l'Institut, *,  I. Pharmacie chimique.
 LEBEAU,  I. Toxicologie.
 DELÉPINE,  I. Hydrologie et Hygiène.
Directeur honoraire : M. GUIGNARD, O. *,  I.
Professeur honoraire : M. BOUCHARDAT, O. *,  I.

AGRÉGÉS EN EXERCICE

MM. GUERBET,  I.	MM. GUÉRIN,  I.
VALEUR, *,  A.	LUTZ,  I.
BOUGAULT,  A.	GORIS,  I.
SOMMELET,  I.	LAUNOY.
DAMIENS.	HÉRISSEY,  I.
TASSILLY,  I.	

CHARGÉS DE COURS

MM. GUERBET,  I. Minéralogie.
 MARC HONNORAT,  I. Législation et Déontologie pharmaceutiques.

CHEFS DES TRAVAUX PRATIQUES

MM. DEFACQZ,  I. Chimie générale.
 COUSIN,  I. Chimie analytique.
 SOUÈGES,  A. Micrographie.
 MOURLOT,  I. Physique.
 BARTHELAT, *,  I. Microbiologie.
 JAVILLIER,  I. Trav. généraux de 4^e année.

Chef du Laboratoire des examens pratiques : M. JAVILLIER,  I.
Bibliothécaire en Chef : M. DORVEAUX,  I.

A MONSIEUR LE PROFESSEUR E. PERROT,

Chevalier de la Légion d'Honneur,

Pharmacien-Major de 1^{re} classe.

Hommage de respectueuse reconnaissance.



Digitized by the Internet Archive
in 2026

A MONSIEUR MAURICE FRANÇOIS,

Pharmacien-Chef de l'Hôpital des Enfants Malades,
Chef du Laboratoire d'études et d'analyses
pour la Répression des Fraudes Pharmaceutiques.

Témoignage de vive gratitude.

Sur une Méthode d'Essai DES HUILES UTILISABLES EN SAVONNERIE ;

Son application aux graines oléagineuses des Méliacées.

INTRODUCTION

La famille des Méliacées, bien qu'occupant une place généralement restreinte dans les Traités de Matière Médicale, n'en mérite pas moins d'attirer l'attention.

Elle renferme, en effet, un certain nombre de plantes dont la plupart encore mal connues sont abondantes dans nos colonies, et peut-être appelées à un grand avenir. M. le Professeur PERROT nous en a signalé l'importance et nous a vivement engagé à y rechercher un sujet de Thèse.

Jusqu'à présent, c'est surtout dans les pays d'origine que leurs propriétés ont été mises à profit

Signalons parmi les *émétiques* deux intéressants succédanés de l'Ipéca : l'écorce de *Cocillana* (*Guarea sp.*) savamment étudiée par RUSBY, COBLENTZ et WILCOX (1), et la souche de *Naregamia alata* W. et A. (encore désignée sous le nom d'*Ipéca de Goa*), sur laquelle nous avons publié un petit travail (2).

Les *fébrifuges* sont représentés par un très grand nombre d'écorces dont l'action semble due à la présence des principes amorphes ou cristallisés qui en ont été retirés. Tels sont : la *caïl-cédrine* du *Khaya senegalensis* G. et P. (3), la *touloucounine* du

(1) RUSBY, COBLENTZ et WILCOX. — *Bulletin of Pharmacy*, 1893, p. 350.

(2) R. LECOQ. — Etude de la souche de l'« Ipéca de Goa ». *Bull. Sc. Pharmacol.* n° 9-10 Sept.-Oct. 1915, 22, p. 267.

(3) E. L'AVANTOU. — Recherches chimiques sur l'écorce de *Caïl-cedra*. Thèse soutenue à Paris le 8 août 1849.

Carapa Touloucouna G. et P. (1) et la *carapine* du *C. guianensis* Aub. (2), isolés par EUGÈNE CAVENTOU, la substance résineuse de BROUGHTON obtenue en partant du *Soymida febrifuga* A. Juss. (3), la *paraisine* extraite par BOCQUILLON-LIMOUSIN du *Melia Azedarach* L. (4), etc.

D'autres Méliacées (*Aglaia*, *Lansium*, *Sandoricum*) fournissent aux indigènes des *fruits comestibles* dont ils apprécient la pulpe alliacée provenant de l'arille charnu.

Les *bois* : acajous (*Swietenia*, *Cedrela*), santals (*Epicharis*) et autres, sont du plus grand intérêt. Les premiers surtout, justement appréciés en ébénisterie, sont très répandus dans certaines de nos colonies, en particulier en Afrique tropicale. Aussi font-ils partie d'un vaste travail d'ensemble entrepris par M. le Prof. PERROT, dont l'importance économique ne saurait échapper, et dont la publication ne peut tarder.

Les graines oléagineuses devaient arrêter notre attention. Particulièrement nombreuses dans cette famille, signalées parfois sur les marchés, ces semences n'en étaient pas moins assez mal étudiées jusqu'à présent. Elles pouvaient permettre une étude histologique et descriptive dont le remarquable ouvrage de MM. COLLIN et PERROT (5) nous indiquait la voie.

Cette question, malgré de nombreuses publications, était d'une obscurité indiscutable et nécessitait de nouvelles recherches. Il fallait remonter aux descriptions initiales, déterminer la part d'erreur et de vérité contenue dans les multiples articles écrits souvent avec une documentation insuffisante, identifier les échantillons reçus, parfois mal étiquetés, et reprendre complètement ce sujet. M. le Prof. PERROT nous encouragea vivement à essayer cette mise au point.

Il eût été intéressant de préparer soi-même des huiles à l'aide de grandes quantités de graines (20 à 30 K^{os}) pour en fixer avec certitude les constantes physiques et chimiques que des analyses antérieures avaient déterminées sur des échantillons minimes. Malheureusement les difficultés résultant de la guerre s'y opposèrent.

(1) E. CAVENTOU. — Deuxième mémoire sur les végétaux des familles Méliacées et Cédrelacées. Paris, 1859.

(2) E. CAVENTOU. — De l'écorce du *Carapa* de la Guyane. *Répertoire de Pharmacie*, 17, 1860-61, p. 181.

(3) BEDDOME. — *Flora sylvatica*, Madras 1869, 1, p. 8 (d'après FLÜCKIGER et HANBURY).

(4) H. BOCQUILLON-LIMOUSIN. — Etude des plantes des colonies françaises, Paris, 1895, 3, p. 68.

(5) COLLIN et PERROT. — Les résidus industriels. Paris, 1904.

Néanmoins les excellentes relations et la notoriété acquise par M. le Prof. PERROT dans le monde industriel et colonial nous permirent de nous procurer les huiles industrielles des Méliacées actuellement préparées. Leur saveur amère ou leur odeur forte les rendant impropres à la consommation, nous nous sommes proposé d'étudier leur utilisation possible en savonnerie.

C'est alors qu'ont surgi devant nous des difficultés imprévues. Aucun procédé ne permettant d'obtenir aisément au laboratoire des savons convenablement préparés avec de faibles quantités de matières grasses, nous avons été amené à rechercher un mode d'essai rapide et général.

La littérature scientifique était sur ce sujet fort peu explicite. Il devint indispensable d'entreprendre un voyage d'étude auprès des gros fabricants de savons. L'accès des plus importantes maisons marseillaises nous fut facilité par la recommandation de M. le Prof. PERROT.

Les renseignements ainsi rassemblés nous permirent, après de nombreuses expériences, d'établir un procédé d'essai des huiles par la préparation de savons de laboratoire, capable de fournir toujours des produits analogues et par conséquent comparables, d'où possibilité d'avoir une opinion bien fondée sur leur utilisation.

L'importance d'un tel sujet nous conduisit à en faire la partie principale de notre Thèse ; l'application à la famille des Méliacées venait ensuite tout naturellement.

Grâce à cette méthode, nous espérons pouvoir contribuer, pour notre faible part, à une connaissance plus sûre et à un meilleur emploi de nos richesses coloniales. Il importe en effet d'utiliser toutes nos ressources pour mener à bien la lutte économique qui suivra la victoire de nos armées.

Nous ne saurions trop exprimer notre particulière gratitude à M. le Prof. PERROT dont les conseils et l'aide éclairés nous ont été d'un précieux secours et nous ont permis de surmonter bien des obstacles.

Nous remercions également tous ceux qui ont contribué à l'édification de ce travail, soit en nous envoyant aimablement des échantillons, soit en nous fournissant des renseignements techniques que leur compétence les mettait à même de nous donner ; et, parmi ceux-ci, nous distinguerons tout spécialement M. FRANÇOIS, dont la bienveillance fut toujours inépuisable.

PLAN DE L'OUVRAGE.

Dans une *Première Partie*, on trouvera, brièvement décrite, la fabrication industrielle des savons de potasse et de soude. Cet exposé nous permettra de familiariser le lecteur avec la question des savons, généralement mal connue, et de dégager les principes qui ont servi de bases à l'élaboration de notre procédé.

La *Seconde Partie* sera consacrée à la description du procédé général d'essai pratique des huiles par la préparation de savons de laboratoire.

Nous terminerons, dans une *Troisième Partie*, par l'application de cette méthode aux graines oléagineuses des Méliacées, dont nous ferons en outre la description et l'étude histologique en insistant sur les confusions anciennes.

PREMIÈRE PARTIE.

**Fabrication industrielle des savons de potasse
et de soude.**

De nombreuses bonnes volontés nous ont facilité notre tâche. Qu'il nous soit permis en commençant de remercier de leur amabilité les firmes ROCCA, TASSY, et DE ROUX, GOUIN, FOURNIER de Marseille et DAUDIER d'Orléans, et d'exprimer notre sincère reconnaissance à M. DE ROUX pour son aimable accueil et son insaisissable complaisance.

Généralités.

La connaissance des savons remonte à la plus haute antiquité. D'après PLIN L'ANCIEN (1), leur découverte est due à nos premiers ancêtres : « Le savon, inventé dans les Gaules, est employé pour rendre les cheveux blonds. Il se prépare avec du suif et des cendres. Le meilleur est obtenu (solide ou liquide) avec des cendres de hêtre et du suif de chèvre. » Mais ce n'est qu'à la fin du xiv^e siècle que l'industrie savonnaire, déjà prospère en Espagne et en Italie, s'introduisit en France. Marseille sut bientôt conquérir une renommée comparable à celle des villes de Savone et de Gênes. Au $xvii^e$ siècle, le territoire d'Arles fournissait toute la soude végétale nécessaire à cette fabrication. Au début du xix^e siècle, la soude naturelle, qui n'arrivait plus d'Espagne avec laquelle la France était en guerre, fut remplacée par la soude artificielle.

Avant leur action sur les corps gras, les alcalis carbonatés étaient soumis à une *caustification* préalable par traitement à la chaux. Cette méthode rencontre encore aujourd'hui de nombreux adeptes, alors que d'autres préfèrent s'adresser directement à la soude caustique solide livrée par le commerce.

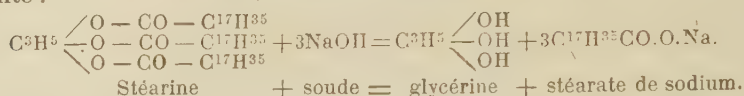
Pendant longtemps on a cru que les corps gras possédaient la propriété de se combiner purement et simplement avec les alcalis, et l'on savait préparer de très bons savons sans connaître la théorie. Les travaux mémorables de CHEVREUL ont montré, au début du xix^e siècle, que les corps gras se décomposent sous l'influence des bases. Il y a production d'acides gras (stéarique, palmitique, oléique, etc.) qui se combinent avec l'alcali pour donner le savon, et mise en liberté de glycérine. Cette opération a reçu le nom de *saponification*.

Les *matières grasses* sont donc constituées par un mélange d'éthers-sels dans lesquels l'alcool triatomique glycérine est uni aux divers acides gras.

Ainsi, d'après les expériences de synthèse de BERTHELOT, la stéarine, qui a pour formule $C^3H^5(O.C^{18}H^{35}O)^3$, est l'éther tri-

(1). PLIN L'ANCIEN. *Histoire naturelle*. Livre 28, chapitre xii : « *Prodest et sapo Galliarum hoc inventus rutilandis capillis. Fit ex sebo et cinere. Optimus fagino et caprino ; duobus modis spissus, ac liquidus* ».

stéarique de la glycérine ou le tristéarate de glycéryle. Sous l'action des hydrates alcalins, il y a décomposition de la stéarine avec formation de stéarate alcalin et de glycérine. La réaction est la suivante :



L'oléine et la palmitine ont une constitution analogue. Tous ces corps ont reçu le nom de *glycérides*. La composition des corps gras, mélanges de glycérides, peut donc varier à l'infini, selon la nature et la proportion de ceux-ci. Néanmoins, il est toujours facile de caractériser la glycérine dans ces corps par le procédé de M. FRANÇOIS (1).

Les *savons* sont des sels d'acides gras obtenus par la saponification des matières grasses à l'aide d'une base (2). Ils sont *solubles* quand on les prépare à l'aide des alcalis, *insolubles* s'ils proviennent de l'action d'un oxyde métallique ou terreux.

L'emplâtre simple (3), résultant de la saponification du mélange axonge $\times$ huile d'olive par la litharge, est donc un savon au même titre que les savons de potasse et de soude, le plomb remplaçant le sodium ou le potassium.

Toutefois, dans le langage commercial, le nom de « savon » est exclusivement réservé aux produits solubles. Ils sont ordinairement

(1) Caractérisation des corps gras par la rosaniline bisulfitée (*Journ. Pharm. Chim.*, 7^e série, **13**, p. 68).

Après saponification de 1 à 2 gr. de la matière grasse à l'aide de potasse alcoolique, le tout est évaporé au bain-marie dans une capsule afin d'en chasser l'alcool. Le résidu liquide et chaud est additionné d'acide sulfurique à 1/10, en présence de tournesol, jusqu'à acidité. Après chauffage pour réunir les acides gras à la surface, il est nécessaire de refroidir pour les solidifier. La liqueur aqueuse qui contient toute la glycérine est ainsi séparée facilement et filtrée. L'évaporation au bain-marie laisse un résidu de sulfate de potasse glycérociné qui est chauffé avec 5 gr. de bisulfate dans un tube à essai muni d'un tube abducteur dirigeant les vapeurs dégagées à la surface de 1 à 2 cm³ de rosaniline bisulfitée de SCHIFF. Il se produit dans ces conditions une belle coloration rouge qui vire au bleu franc quand elle est maintenue une demi heure au bain-marie. Cette réaction est caractéristique de la glycérine.

(2) MERKLEN et un certain nombre d'auteurs, considérant le savon comme un colloïde, ont voulu compliquer cette définition très simple. Leurs expériences ont été faites sur des produits industriels, par conséquent impurs, ce qui diminue de beaucoup la valeur de leur théorie.

(3) Il est intéressant de se souvenir que la glycérine fut isolée pour la première fois, en 1779, par SCHEELE (élève en pharmacie) qui l'obtint dans la préparation de cet emplâtre.

préparés à l'aide de la potasse ou de la soude, parfois même avec un mélange des deux.

Enfin, depuis quelque temps, on fabrique également des savons par union directe des alcalis et des *acides gras*, ces derniers étant obtenus, au préalable, par *hydrolyse* des matières grasses, par l'intermédiaire de la vapeur d'eau sous pression, seule ou en présence d'un catalyseur.

Il n'est pas inopportun de rappeler, dans un aperçu aussi clair que possible, la préparation des principaux types de produits commerciaux. Ils sont variés à l'infini et de nombreuses classifications ont été proposées ; les unes suivant la nature de l'alcali (soude ou potasse), les autres d'après la couleur (noirs, verts, blancs, marbrés), la consistance (durs, mous, granuleux), le mode de cuisson (savons à froid, mi-cuits, à l'ébullition), etc. Mais, de toutes celles-ci, aucune ne semble satisfaisante. La meilleure jusqu'ici, celle que nous adopterons, est la division des savons en trois grands groupes : les savons d'empâtage, les savons relargués ou déglycérinés (savons d'huiles) et les savons de combinaison directe (savons d'acides gras).

Les *savons d'empâtage* sont les plus simples. Ils sont obtenus par décomposition de la matière grasse sous l'action d'un alcali, la réaction se faisant à chaud ou à froid. Ces savons conservent dans leur masse la glycérine libérée.

Les savons *relargués* ou *déglycérinés* sont, dans le cours de la préparation, précipités par addition, à la pâte, d'eau salée, qui entraîne la glycérine. Ils sont toujours à base de soude.

Les *savons de combinaison directe* se font par simple réaction des acides gras et des alcalis. L'opération se fait en versant les acides gras dans la lessive chaude.

Les savons commerciaux doivent tendre à être des sels purs de soude ou de potasse ; les meilleurs sont ceux qui se rapprochent le plus de ce type ; néanmoins, ils peuvent renfermer, en plus des matières présentes dans l'huile, des quantités plus ou moins fortes d'alcali (libre et carbonaté) et de chlorures. Ils sont, de plus, fréquemment additionnés, chez les petits fabricants, d'une foule de matières inertes : silicate de soude, chlorure de potassium ou de sodium, sulfate de soude, etc., afin d'augmenter le rendement.

Nous ne parlerons ni des savons fins de toilette, ni des savons à la glycérine, ni des savons médicamenteux, dont les préparations sont tout à fait spéciales.

CHAPITRE I.

Savons d'empâtage.

Les savons d'empâtage obtenus par simple action de l'alcali sur la matière grasse constituent les sortes commerciales généralement considérées comme inférieures ; on range dans cette catégorie : les *savons mous*, les *mi-cuits*, et les *savons préparés à froid*.

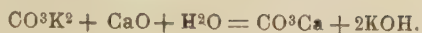
Savons mous. — Les savons mous, principalement fabriqués dans le nord de la France et dans les pays du nord de l'Europe, se préparent exclusivement avec des lessives alcalines à base de potasse.

Différentes huiles peuvent être employées pour cet usage. Les unes, appelées huiles *chaudes* ou *siccatives*, ne se congelant qu'au-dessous de zéro, permettent, même en hiver, d'obtenir un produit parfaitement transparent et se conservant bien. Ce sont les huiles de lin, de chènevis, de cameline, d'œillette. Les autres, dites huiles *froides* ou *dures*, ne sont guère utilisables qu'à la bonne saison. Le savon qu'elles donnent durcit sous l'action de la gelée et se liquéfie quand la température s'élève. Ce sont les huiles de colza, de coton, d'olive, de poissons.

La préparation des savons mous exige une succession de traitements que nous examinerons en détail. Elle s'effectue ordinairement dans des chaudières de tôle tronconiques ou cylindriques arrondies à la base et chauffées à feu nu (fig. 1), ou à l'aide d'un serpentín à vapeur. Le mélange est homogénéisé pendant la cuisson, soit au moyen d'un râble, simple palette munie d'un long manche, soit avec un agitateur mécanique à ailettes.

1^{re} *Préparation des lessives de potasse caustique.* — Les lessives sont obtenues par caustification, à la chaux, des sels de potasse raffinés de betterave ou des sels de potasse brute de suint contenant 75 à 85 % de carbonate de potasse toujours accompagné d'un peu de soude (2 à 4 %).

La réaction est la suivante :



Les sels de potasse sont dissous dans l'eau, ou dans les liqueurs de lavage provenant d'une opération précédente, préalablement portées à la température de 80 à 100°. Cette solution s'effectue dans une grande cuve pourvue d'un agitateur à ailettes (fig.2). La liqueur

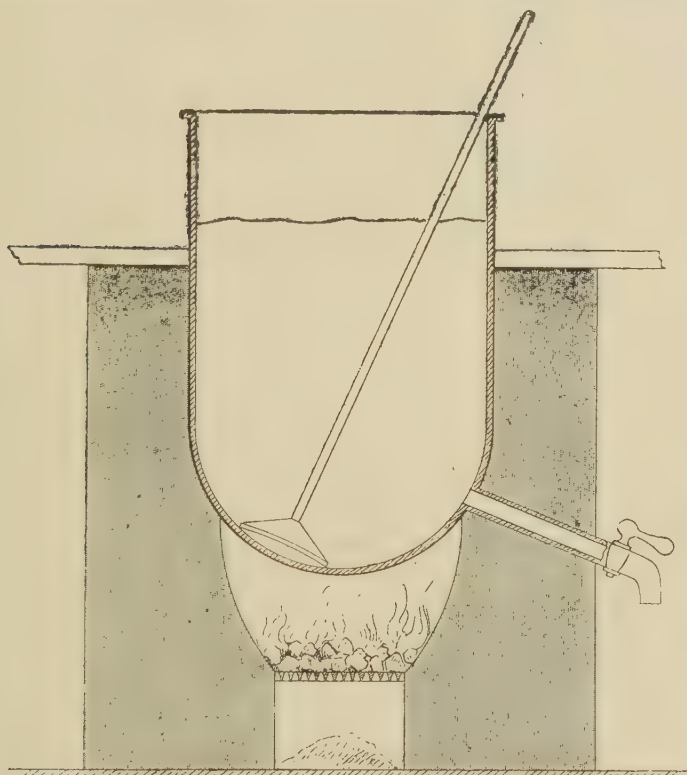
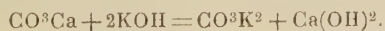


FIG. 1 (1). — Chaudière pour la préparation des savons de potasse.
Chauffage à feu nu, agitation à l'aide d'un rable.

doit marquer 10° à l'aréomètre de BAUMÉ, concentration qu'il ne faut pas dépasser sous peine de voir se produire la réaction inverse :



La chaux vive en pierre, jetée dans un panier métallique placé

(1) Toutes les figures de cette première partie ont été schématisées intentionnellement pour en faciliter la compréhension.

à la partie supérieure de l'appareil, se délite en produisant un grand dégagement de chaleur. D'autre part, un brassage énergique favorise la combinaison de cette base avec l'acide carbonique du CO^3K^2 .

La lessive caustifiée est décantée sept à huit heures après la fin de la réaction et concentrée, s'il y a lieu, dans des évaporateurs. Il importe de laver méthodiquement le précipité de carbonate de

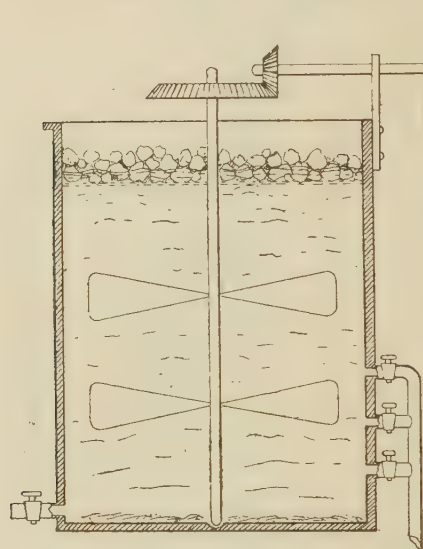


FIG. 2. — Caustificateur.

1° La chaux vive en pierre, placée dans un panier métallique à la partie supérieure, se délite dans la solution de carbonate. Il y a production d'hydrate alcalin et précipitation de carbonate de chaux. Les robinets latéraux servent à l'écoulement de la lessive obtenue celui du fond est utilisé pour le nettoyage de la cuve.

chaux, déposé au fond de la cuve, qui contient toujours une certaine quantité de potasse dont la valeur n'est pas négligeable, les eaux de lavage pouvant servir pour une opération ultérieure, comme nous l'avons dit plus haut.

La potasse caustique solide s'emploie également soit pour élever le titre des lessives trop faibles, soit même pour en préparer d'autres directement.

2° *Empâtage.* — La matière grasse introduite dans la chaudière est portée à 80° environ. On y verse à peu près le tiers de la lessive de potasse à employer, préalablement amenée par dilution à 12-15° B., et l'on continue à

chauffer en agitant jusqu'à ce que se produise l'empâtage ou liaison de la masse. Le mélange est ensuite porté à une douce ébullition.

3° *Clarification.* — L'éclaircissement de l'émulsion s'obtient par additions successives de lessives plus concentrées (d'abord à 20° B, puis à 30° B.). La saponification opérée, le savon, alors très légèrement alcalin, est additionné d'une solution de carbonate de potasse. Cette opération a pour but de lui donner la transparence exigée par la clientèle.

4° *Cuisson.* — La masse est ensuite soumise à l'action prolongée de la chaleur afin d'en chasser l'eau en excès. Cette cuisson doit se poursuivre jusqu'à disparition de l'écume et jusqu'à ce qu'une

petite portion de la pâte preñne, en se solidifiant, l'aspect translucide recherché.

5° *Tirage à point*. — L'opération précédente étant terminée et le feu éteint, le savon, convenablement refroidi, est coulé en tonnes.

Les savons mous, ainsi préparés, ont l'inconvénient de renfermer un excès de potasse caustique et surtout de carbonate. Néanmoins, en opérant avec soin, il est possible d'obtenir des savons pratiquement exempts d'alcalis. Ces sortes sont utilisées par l'industrie textile, qui attache peu d'importance à leur aspect, pourvu qu'ils ne contiennent pas d'alcali libre ou carbonaté.

Les meilleurs savons, de couleur *jaune pâle*, sont fabriqués à partir de l'huile de lin. Les savons *verts*, autrefois obtenus naturellement avec les huiles de chanvre, doivent maintenant leur coloration à la présence d'indigo. Les savons *noirs* proviennent d'huiles brutes et de résidus d'épuration des huiles de lin et de colza. On peut généralement préparer des savons mous *blancs* avec des matières peu ou pas colorées telles que les huiles de coton et d'arachide.

Les savons *grenus* étrangers sont obtenus à l'aide de mélanges de suif et d'huile. Le stéarate et le palmitate de potassium cristallisent dans la masse en touffes étoilées.

Certains industriels substituent en partie la soude à la potasse, mais le produit est de moindre valeur.

COMPOSITION. — D'après LEWKOWITSCH (1), 100 parties de glycérides neutres donnent en moyenne 240 parties de savon de potasse pur commercial dont la composition théorique (pour 100) est la suivante :

Anhydrides gras.....	38,700
Oxyde de potassium combiné K ² O.....	6,843
Glycérine.....	4,448
Eau et sels.....	50,000

D'après le dictionnaire de WURTZ (2), elle peut être représentée ainsi :

Acides gras.....	42	à 44
Alcali.....	8,5	à 8,9
Eau et sels.....	49	à 49,5

En résumé, un bon savon mou doit contenir 50 % de savon

(1) LEWKOWITSCH. — *Huiles, graisses et cires*. Trad. de E. BONToux, Paris, 1910, 2, p. 1768.

(2) *Dictionnaire de WURTZ*, Paris, 1876, 3, p. 1444.

anhydre glycériné et le moins possible de sels étrangers. Cette composition n'est évidemment qu'une question de convention, car il serait facile de faire varier la proportion d'eau en plus ou en moins.

Depuis la hausse des prix de la glycérine, on a préconisé pour la fabrication des savons mous l'emploi de matières grasses déglycérinées, mais l'expérience a montré que les produits obtenus ne donnent à la fibre de laine ni le même lustre, ni le même toucher que les savons renfermant la glycérine des corps gras neutres. Nous reviendrons sur ce sujet dans un chapitre spécial.

Mi-cuits. — Les savons dits « mi-cuits » fabriqués ordinairement dans les petites savonneries sont à base de soude et contiennent la totalité de la glycérine. Ils doivent leur nom à ce qu'ils ne sont généralement pas portés à l'ébullition. Les corps gras employés, portés à la température de 80-90°, sont additionnés des 2/3 de la lessive et agités vigoureusement pour l'empâtage. Ils donnent d'abord une émulsion laiteuse, puis se prennent en masse compacte avec fort dégagement de chaleur. Le complément de la lessive est ajouté ensuite de façon que la réaction soit nettement alcaline. La saponification opérée, ce savon présente une consistance

permettant l'addition de matières étrangères : silicate de soude, chlorures et carbonates en quantités considérables. Les rendements ainsi obtenus peuvent atteindre 1.200 à 1.500 ‰. Ces savons sont une merveille de trompe-l'œil pour le public et cachent ordinairement, malgré leur belle étiquette, seulement 10 à 20 ‰ de savon réel.

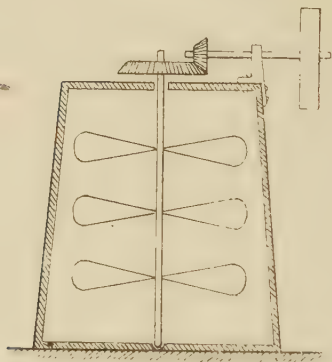


FIG. 3 — Malaxeur pour savons durs préparés à froid.
Agitation au moyen d'aillettes.

Savons durs par empâtage à froid. — Ces savons sont préparés à l'aide de mélanges où dominent soit le coprah soit le palmiste (afin de faciliter la saponification) et

de lessive de soude de concentration élevée (30-37° B.).

La fabrication est des plus simples. Les corps gras, portés à la température de 40-50°, sont introduits dans un malaxeur en bois ou en tôle (fig. 3). La lessive est enfin ajoutée peu à peu en mince filet. Après une agitation énergique à la main ou à la machine,

l'émulsion épaisse obtenue est coulée dans des mises en bois ou en fer et abandonnée au repos.

La saponification s'opère d'elle-même. Le dégagement de chaleur produit, qui est assez considérable, favorise la réaction. La masse durcit ensuite et se transforme en quelques heures en savon commercial.

Ces savons sont habituellement préparés avec un excès d'alcali, ce qui les rend légèrement caustiques ; d'autre part, il reste toujours de petites quantités de matières grasses non saponifiées, d'où une tendance au rancissement.

Aussi, pour masquer ce défaut, sont-ils violemment parfumés, aux amandes amères principalement. Ils constituent la majeure partie des savons de toilette à bon marché.

CHAPITRE II.

Savons relargués ou déglycérinés.

Les savons relargués sont ceux qui présentent, de beaucoup, la plus grande importance industrielle. Leur préparation est longue et minutieuse ; mais, conduite avec soin, comme elle l'est dans les grandes fabriques de Marseille, elle donne des produits de première qualité.

Ils se rangent en deux catégories suivant qu'ils sont levés sur gras ou sur lessive :

Les savons *levés sur gras* sont pratiquement neutres et très recherchés dans le commerce. Ils doivent leur nom à la manière dont se termine leur préparation. La pâte, contenant un léger excès d'alcali, est traitée par une petite quantité d'eau et abandonnée au repos. L'eau dissout la soude non combinée et les impuretés, se charge de savon, et forme finalement une masse visqueuse qui a reçu le nom de *gras*.

Les savons *levés sur lessive* sont préparés de telle façon que leur pâte se sépare à la fin de l'opération et surnage la lessive en excès. Toutefois la proportion d'alcali libre qu'ils renferment est assez notable. Les sortes inférieures de savon blanc sont encore obtenues par ce procédé, mais le type classique de cette méthode est celui de la préparation des anciens savons marbrés marseillais.

Savons blancs marseillais. — Ayant été à même de l'étudier sur place, nous insisterons plus spécialement sur le procédé marseillais actuel qui est ordinairement incomplètement exposé dans les ouvrages. Il est basé sur le principe suivant : la matière grasse est saponifiée par un excès notable de soude afin d'éviter la présence d'huile libre : l'excès d'alcali est ensuite enlevé par traitements successifs avec des lessives de plus en plus faibles.

Les mélanges employés contiennent des huiles *fluides* à la température ordinaire (arachide, sésame, coton) et des huiles *concrètes*, c'est-à-dire solides (coprah, palme blanchie, palmiste,

illipé). Pendant longtemps la préparation fut faite exclusivement

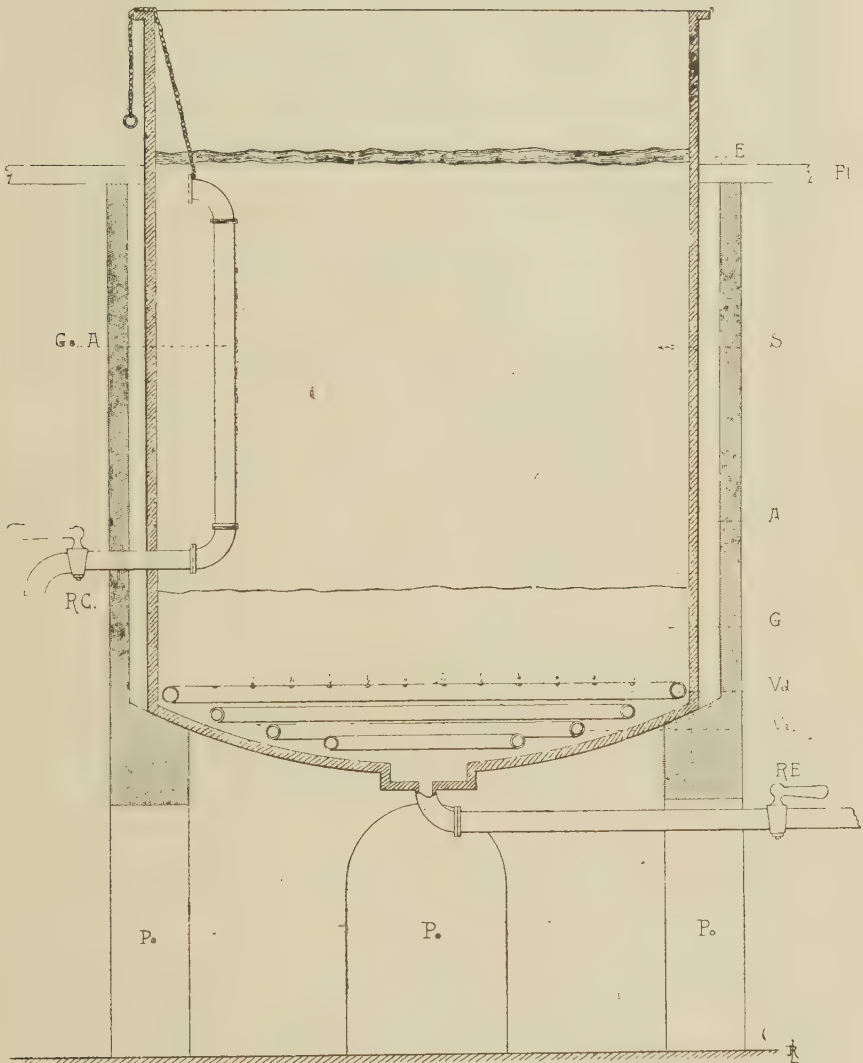


FIG. 4. — Cuve, du type marseillais, employée pour la fabrication des savons de soude blancs.

GeA, Genouillère articulée servant pour l'écoulement du savon terminé. RC, Robinet de coulage. RE, Robinet d'épénage. Vd, Tuyau de vapeur directe. Vi, Tuyaux de vapeur indirecte. E, Ecume. S, savon dit « pur ». G, Gras. A, Couche d'air interposée entre la cuve et la construction. Pl, Plancher permettant de suivre les opérations. Po, Portes destinées à faciliter le passage sous la cuve.

2

avec l'huile d'olive. Actuellement le type arachide x coprah est considéré comme donnant les meilleurs résultats, mais les indus-

triels y font entrer une grande proportion d'huile de palme blanche à la vapeur. Les savons ainsi obtenus sont dits *mousseux*. Les graisses blanches d'Amérique (saindoux) sont parfois utilisées, mais les suifs servent rarement à cause de leur odeur. La résine, sous forme de colophane blanche, est ajoutée dans quelques cas à la dose de 2 à 4 % pour servir de correctif à certains mélanges. L'art du savonnier consiste en grande partie dans le choix et la composition des mélanges effectués selon les arrivages sur le marché et selon les cours.

Les opérations se font dans de grandes cuves en tôle (chaudrons) dont la contenance, ordinairement de 20 à 40.000 litres, peut atteindre 100.000 litres (fig. 4). Chaque cuve est isolée, par un matelas d'air, de la construction de briques qui la supporte et contient deux serpentins : l'un destiné à chauffer la masse, l'autre, à vapeur directe ou barboteur, pour agiter le mélange. Un robinet placé au fond (robinet d'épinage) est destiné à la vidange des lessives ayant servi, un autre muni d'une genouillère, situé sur le côté, sert au coulage du savon.

1° *Préparation des lessives et des huiles.* — Le plus souvent les lessives sont obtenues à partir de la soude caustique solide. Celle-ci est livrée en cylindres de tôle que l'ouvrier éventre avec précaution à l'aide d'un outil à long manche, car l'opération est dangereuse, les petits éclats de soude pouvant le rendre aveugle. La soude plongée dans un bac plein d'eau se dissout rapidement en donnant une lessive que l'on peut amener au moment du besoin au titre désiré. Ce mode opératoire dispense donc de la caustification. Parfois cependant les lessives se préparent à l'aide des carbonates par un procédé analogue à celui décrit pour les savons mous de potasse.

D'autre part, les huiles concrètes sont liquéfiées au moyen d'un courant de vapeur d'eau. La petite quantité d'eau ainsi introduite est négligeable.

2° *Empâtage des matières grasses du premier service.* — Cette opération consiste à produire l'émulsion des matières grasses dans la lessive de manière à faciliter la réaction en augmentant les points de contact. L'empâtage se faisait autrefois avec des lessives faibles et par additions successives : les premières portions ajoutées marquaient 8 à 10° B. et la concentration augmentait progressivement. Aujourd'hui la présence de coprah favorisant la combinaison permet l'emploi immédiat de lessives fortes. 1.000 K^{os} d'huiles exigeant environ 1.000 K^{os} de lessive caustique à 25° B. (soit à peu près 180 K^{os} de soude pure) pour la saponification totale, l'empâtage se fait avec les 3/4 de la soude nécessaire.

Les matières grasses sont introduites dans le chaudron et, lorsqu'elles sont chaudes, additionnées de lessive dans la proportion de 750 $\frac{0}{100}$; la masse est agitée au moyen de la vapeur directe. L'ébullition se continue jusqu'à disparition complète de l'huile surnageante et obtention d'une pâte de consistance convenable, d'aspect parfaitement homogène et de couleur uniforme.

3° *Relargage ou deuxième service.* — Le relargage est un premier raffinage ayant pour but de débarrasser la masse de l'eau en excès et de la glycérine qu'elle contient. L'opération consiste en une addition d'eau salée, ce qui est préférable, ou de sel pur, quand on dispose de peu de place dans la cuve (1).

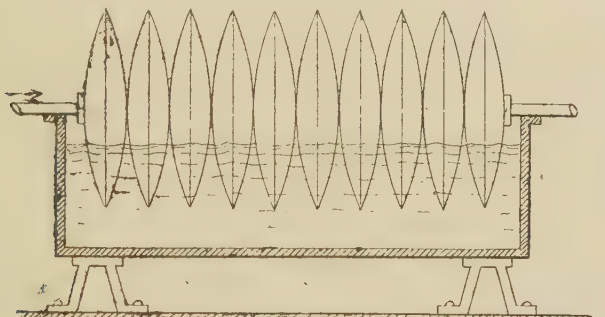


FIG. 5. — Evaporation à disques lenticulaires.

Ces disques, animés d'un mouvement rotatoire et traversés par un courant de vapeur d'eau, favorisent l'évaporation de la solution glycinée qui se trouve dans la cuve.

La pâte obtenue précédemment change d'aspect, et d'homogène et de liée qu'elle était, se transforme peu à peu en grumeaux qui surnagent.

Le liquide sous-jacent est ensuite *épiné* (soutiré). Il contient du carbonate de soude, des sels d'acide gras et principalement du chlorure de sodium et de la glycérine. Sous l'action de l'acide chlorhydrique en léger excès, il y a formation d'acides gras qui montent à la surface et qu'il est ainsi facile de séparer. L'acidité de la liqueur restante est saturée par un lait de chaux.

La solution ne renferme donc plus, pour ainsi dire, que de la glycérine et du chlorure de sodium (le carbonate ayant été décomposé par l'acide chlorhydrique). Par concentration, le chlorure de sodium est obtenu cristallisé et séparé, la glycérine brute est ensuite livrée au commerce.

Cette opération s'effectue de la façon suivante : la solution à

(1) Le sel marin est livré en sacs plombés par les saliniers : il est dénaturé à son arrivée à l'usine sous le contrôle de la douane. Les solutions salées employées ont ordinairement une concentration de 24-25° B.

concentrer est introduite dans de grands bacs dans lesquels plonge un gros cylindre ou une série de disques lenticulaires (fig. 5) chauffés intérieurement par un courant de vapeur et animés d'un mouvement rotatoire : le liquide s'évaporant, le sel cristallise sur les parois ; des ouvriers munis de pelles le détachent et le retirent ensuite. Certaines installations sont pourvues d'appareils à concentration dans le vide analogues à ceux des sucreries.

4° *Cuisson ou troisième service*. — C'est alors qu'il est ajouté au savon précédemment obtenu, non seulement la quantité d'alcali nécessaire pour terminer la saponification, mais un excès qui sera enlevé par la suite. Les 4.000 K^{os} que nous avons pris comme exemple, traités déjà par 750 K^{os} de lessive, seront additionnés de 500 K^{os} supplémentaires, soit un excès de 250 K^{os} ; en outre 250 K^{os} d'eau salée, de densité à peu près égale, sont ajoutés.

Le tout est porté à l'ébullition. La réaction est très vive et s'accompagne de projections. Aussi la cuve est-elle recouverte d'une sorte de tronc de cône ouvert seulement à son sommet ; des regards placés sur le côté permettent de suivre la marche de l'opération. Il faut continuer à chauffer jusqu'à ce que la masse bouille *en descendant*, et arrêter quand elle est le plus bas possible, on dit que le chaudron est *entassé* (provençal : *ensacca*).

La saponification est alors terminée. Le savon se présente en *grains serrés* et se pulvérise par simple frottement (interposition de lessive). Après repos, la lessive ou *recuit fort* est soutirée (deuxième épinage) et mise de côté pour la deuxième cuite.

5° *Liquidation : quatrième, cinquième et sixième services*. — Cet ensemble de traitements a pour but : 1° la disparition de l'excès de soude ; 2° la fonte du grain.

Un premier lavage (quatrième service) se fait avec de l'eau salée concentrée. Après ébullition et repos, la lessive ou *recuit salé* est retirée (troisième épinage) et réservée pour une opération ultérieure.

Un second lavage (cinquième service) à l'eau salée diluée donne un *recuit faible* également conservé (quatrième épinage).

Pour terminer, la masse est soumise à une ébullition avec de l'eau pure (sixième service) jusqu'à la fonte totale du grain. Le tout est abandonné au repos pendant trente-six heures au moins, l'eau dissout les impuretés : lessive en excès, chlorure, ainsi qu'un peu de savon, et se réunit dans le fond.

Le contenu de la cuve se présente alors séparé en trois couches. L'écume forme les quelques centimètres de croûte et se compose principalement d'« ineuit ». Le savon terminé occupe les trois quarts de la cuve. Enfin, le *gras*, qui se trouve à la partie infé-

rière, est constitué par une solution de savon chargé d'impuretés contenant l'excès d'alcali et de sel.

Les 250 K^{os} de lessive en excès se trouvent donc répartis entre les divers recuits et le gras.

6° *Coulage*. — La pâte encore chaude est alors, à l'aide de la genouillère articulée, évacuée par le robinet destiné à cet usage. Elle est conduite par une série de rigoles en bois jusqu'aux *mises*. Celles-ci sont ordinairement constituées par le sol même de l'usine divisé par des cloisons de bois.

Le savon est coulé en couches de 10 à 20 cm. et abandonné jusqu'à complet refroidissement (vingt-quatre heures environ). Il est ensuite découpé au moyen de couteaux spéciaux en blocs de 40 à 50 cm, pesant de 20 à 40 K^{os}. Ces pains sont débités soit en barres, soit en morceaux par des découpeuses mécaniques dont les fils d'acier à écartement variable donnent la dimension désirée, calculée d'après le poids à obtenir. Les morceaux ainsi calibrés après une légère dessiccation, peuvent recevoir les inscriptions habituelles d'une machine à mouler.

Cuites suivantes. — Quand il s'agit d'une nouvelle cuite, le gras et l'écume de l'opération précédente sont d'abord portés à l'ébullition sans addition aucune. L'empâtage se fait ensuite en ajoutant les 1.000 K^{os} d'huile et les 750 K^{os} de lessive, la présence du savon contenu dans les déchets facilitant beaucoup la mise en marche.

Après le relargage, l'excès de soude ajouté dans la première cuite (c'est à dire les 250 K^{os}, d'après ce que nous avons supposé), qui se trouve maintenant dans les divers recuits, est d'abord utilisé.

Successivement, le *recuit faible* et le *recuit salé* sont épuisés par cuisson avec la pâte relarguée très avide de soude. Les lessives soutirées après chaque traitement sont devenues *douces* et ne piquent plus la langue.

La cuisson se continue comme précédemment à l'aide du *recuit fort* additionné de 250 K^{os} de nouvelle lessive. Il n'y a rien de perdu et les autres opérations se poursuivent normalement.

Au bout d'un certain temps, il devient nécessaire de nettoyer le chaudron. Le gras et l'écume de la dernière cuite, portés à l'ébullition, sont relargués par addition de sel et le savon recueilli. C'est ce qui s'appelle *dégraisser* la cuve. Celle-ci est alors prête pour une nouvelle série de cuites.

Nous croyons utile de faire suivre cet exposé forcément un peu long d'un tableau schématique permettant un coup d'œil d'ensemble sur les diverses phases de la fabrication.

PRÉPARATION DU SAVON BLANC MARSEILLAIS.

OPÉRATIONS	SERVICES		ÉPINAGES
<i>Première cuite.</i>			
1° OPÉRATIONS PRÉLIMINAIRES.	»	<i>Lessives</i> obtenues par : a) Solution directe de soude caustique dans l'eau ; b) Caustification du carbonate de soude à l'aide de la chaux. <i>Huiles.</i> Liquéfaction des huiles concrètes par la vapeur d'eau. Mélange le plus courant : arachide-coprah.	
2° EMPATAGE.	1 ^{er} service.	Mise en présence des huiles et de la soude à 25° B. (3/4 seulement de la quantité totale). Faire bouillir jusqu'à homogénéité.	
3° RELARGAGE.	2 ^e service.	Addition de sel ou d'eau salée jusqu'à ce que le savon, rendu insoluble dans la solution, surnage. Soutirage de la lessive sous-jacente.	1 ^{er} épinage. Solution saline glycéri- née.
4° CUISSON.	3 ^e service.	Addition de la quantité de soude man- quante (1/4) plus une quantité égale pour avoir un excès, et d'autant d'eau salée. Laisser bouillir jusqu'à ce que la pâte soit entassée. Retirer la lessive et la conserv.	2 ^e épinage. Recuit fort.
5° LIQUIDATION.	4 ^e service.	1 ^{er} lavage à l'eau salée forte. Ebul- lition. Repos, soutirage de la lessive.	3 ^e épinage. Recuit salé.
	5 ^e service.	2 ^e lavage à l'eau salée diluée. Ebullition, repos et soutirage.	4 ^e épinage. Recuit faible.
	6 ^e service.	3 ^e lavage. Ebullition avec assez d'eau pour obtenir la fonte du grain.	
6° COULAGE.	»	Après repos de 36 heures au moins, la masse se sépare en 3 couches : écume, savon, gras. Le savon à l'aide d'une genouillère ar- ticulée est coulé dans les mises.	
<i>Deuxième cuite et suivantes.</i>			
DÉBUT DE LA CUITE.	Dans le gras et l'écume portés à l'ébullition, ajouter l'huile, puis la lessive, et opérer comme pour la première cuite, jusques et y compris le relargage.		
CUISSON.	Epuiser les divers recuits : <i>Recuit faible</i> d'abord, puis <i>Recuit salé</i> ; terminer par <i>Recuit fort</i> additionné de l'excès de soude (1/4). Finir ensuite ainsi qu'il est indiqué ci-dessus.		

COMPOSITION. — Le savon qui surnage le gras est dit *pur*. Il contient alors une certaine quantité d'eau d'hydratation, fixe pour une même huile, comparable à l'eau de cristallisation des sels. Ce n'est donc pas une simple question de convention comme pour les savons de potasse. Avec les huiles employées actuellement la proportion courante est de 29 à 31 %.

Nous trouvons, dans MORIDE ⁽¹⁾, les résultats des analyses d'ARNAVON, qui sans avoir la rigueur des analyses modernes, sont intéressantes en ce qu'elles portent sur les savons de fabrications anciennes.

Composition des savons blancs d'après ARNAVON.

	SAVONS BLANCS ORDINAIRES		MOUSSEUX
	Huile d'olive.	Huile d'olive et H. d'arachide.	Huiles d'arachide, coprah, etc.
Eau.....	32,6	33,2	30
Acides gras.	59,4	59	61,9
Soude.....	6,68	6,80	7,42
Sels divers.	0,42	1,00	0,68

Les savons blancs ordinaires, nous l'avons déjà dit, sont depuis longtemps abandonnés. Les mousseux ont accaparé le marché, et c'est uniquement à eux que se rapportent les travaux contemporains.

D'après LEWKOWITSCH ⁽²⁾, 100 parties de glycérides neutres de poids moléculaire moyen donnent 150 parties de savon pur.

La composition théorique (pour 100) d'un tel savon est la suivante :

Anhydrides d'acides gras.....	61,80 (en acides gras 63,90)
Oxyde de sodium Na ² O.....	7,21 (en NaOH 9,29)
Eau, sels, etc.....	30,99

Les savons actuels bien préparés se rapprochent beaucoup de ce type, ils renferment en moyenne 63 % d'acides gras et 9 % de soude. De là vient probablement le nom de *savons à 72 %* (63+9=72) qui leur est habituellement donné.

PROCÉDÉ ANGLAIS. — Il existe également un procédé plus rapide, dit *procédé anglais*, consistant à mettre directement en présence du mélange de corps gras la totalité de la lessive de soude à 28° B. nécessaire, avec à peine un léger excès.

Après relargage, la lessive épinée doit piquer légèrement, ce

(1) EDOUARD MORIDE. — *Traité pratique de savonnerie*. Paris, 1888, p. 150.

(2) LEWKOWITSCH. — *Loc. cit.*, 3, p. 1740.

qui montre qu'il reste un peu de soude. La liquidation se fait par simple barbotage de la vapeur directe. La masse est abandonnée trente-six heures, puis coulée dans les mises.

Ces produits, de fabrication plus rapide, seraient de grain moins serré et s'useraient plus vite.

Savons marbrés marseillais. — Ces savons, levés sur lessive, sont caractérisés par deux opérations spéciales, le *madrage* et le *trempage*. Ils étaient préparés autrefois à Marseille en partant de soudes brutes riches en sulfures et autres impuretés auxquelles le savon devait son aspect. Aujourd'hui, les soudes employées étant relativement pures, les marbrures sont obtenues artificiellement par addition de 1 % de sulfate de fer pour les *savons bleu pâle*. La proportion de sulfate de fer est portée à 2 % pour les *savons bleu vif* et renforcée par la présence de 1 % de colcothar (peroxyde de fer).

Les huiles utilisées sont celles d'oillette, d'arachide, de sésame.

L'*empâtage* se fait progressivement : d'abord avec des lessives faibles de concentration voisine de 10° B., puis avec des lessives de plus en plus fortes. L'émulsion obtenue, le sulfate de fer et le colcothar, s'il y a lieu, sont introduits dans la masse. Sous l'action de la potasse, il se produit de l'oxyde de fer capable de se combiner aux acides gras pour donner des savons métalliques colorés.

Le *relargage* s'effectue à l'aide d'une solution de chlorure de sodium ou de lessives de recuit.

La *cuisson* s'achève avec des lessives fortes sur l'excès desquelles, la saponification terminée, surnage le savon. La masse est alors d'une couleur gris bleu peu agréable.

Le *madrage*, opération des plus délicates, a pour but l'obtention de veines colorées dans une pâte blanche. La masse savonneuse est alors chauffée aux environs de 65° et additionnée de lessives faibles en quantités déterminées. Après un brassage énergique, s'opère le coulage dans des mises, où le savon est abandonné pendant huit à dix jours. Les lessives non absorbées se séparent lentement et s'écoulent à la partie inférieure par des ouvertures ménagées à cet effet. Pendant le refroidissement, le savon métallique se répand dans la masse en produisant de petites veines bleuâtres.

Le *trempage* consiste à laisser pendant une quinzaine de jours les barres de savon dans une lessive alcalino-salée, ce qui permet d'obtenir une pâte plus dure avec le maximum d'hydratation.

L'exposition à l'air et à la lumière décolore la partie superficielle des morceaux ; cette mince couche bleuâtre porte le nom de *manteau*.

COMPOSITION. — Ces savons marbrés jouirent longtemps d'une bonne réputation, car il était impossible de les surcharger de quantités d'eau supérieures à 36 % sous peine de voir la marbrure tomber.

Il faut leur attribuer, d'après ARNAVON (1), la composition suivante :

Composition des savons marbrés marseillais.

	Bleu pâle.	Bleu vif.
Acides gras.....	54,5	54,5
Soude.....	6,3	6,6
Eau.....	35,0	34,0
Sels, glycérine, divers.....	4,2	4,8

Ces savons sont actuellement tombés en désuétude et fabriqués en quantités de plus en plus réduites. Toutefois leur ancienne vogue nous a valu le non-sens commercial du *savon* à 60 %. Ce procédé conduisait, en effet, à des savons qui, bien faits, avaient ce titre : (54,5 + 6,3 = 60,8) Comme le public, ne voulant pas payer plus cher, continue à demander du savon à 60 %, les fabricants sont obligés d'en préparer avec du savon à 72 % convenablement additionné d'eau.

SAVONS MIXTES NANTAIS ET DIJONNAIS. — Un grand nombre d'imitations furent essayées. Citons, parmi celles-ci, les savons mixtes nantais et dijonnais qui se rencontrent encore quelque peu dans le commerce. Ils sont obtenus par le refroidissement lent d'un mélange (coloré dans la pâte) d'un savon relargué de suif ou d'un savon d'empâtage de coprah.

Signalons également les savons additionnés au moment du coulage de bleu d'outremer.

Il existe encore beaucoup de types commerciaux préparés par des procédés intermédiaires, qu'il est loisible de varier à l'infini, et sur lesquels nous n'insisterons pas, car ils ne présentent aucun intérêt.

(1) MORIDE. — *Loc. cit.*, p. 144.

CHAPITRE III.

Savons de combinaison directe.

Cette dernière catégorie renferme des savons d'invention relativement récente, obtenus par combinaison directe des acides gras et des alcalis. A la création de l'industrie stéarique, la plus grande partie de l'acide oléique se trouvait sans application, de petites quantités seulement servant pour le graissage des laines. Les efforts persévérants de DE MILLY réussirent à imposer ce produit pour la fabrication des savons. Plus récemment fut tenté l'emploi des acides gras provenant de la décomposition des graisses neutres pour en extraire la glycérine.

Nous examinerons successivement les *savons d'acides gras* et les *savons d'acide oléique*.

Savons d'acides gras. — La préparation des savons d'acides gras se fait dans des cuves analogues à celles du procédé marseillais, et nécessite les opérations suivantes :

1° *Préparation des acides.* — Les acides proviennent des différentes matières grasses ordinairement utilisées en savonnerie. Soumises à l'action d'une forte pression de vapeur d'eau en présence d'une substance appropriée : chaux, baryte ou oxyde de zinc, elles se dissocient en produisant des acides gras qui se combinent partiellement à la base ajoutée. Ceux-ci sont recueillis et traités par l'acide sulfurique.

Les acides ainsi libérés sont envoyés directement dans la cuve. Les eaux glycéreuses, après un traitement convenable, donnent une glycérine dite de saponification relativement pure et n'exigeant qu'un simple raffinage.

2° *Préparation des lessives.* — Les lessives employées, qui doivent marquer au moins 25° B., sont préparées, ou par les procédés décrits précédemment, ou par simple solution de carbonates alcalins. Ceux-ci peuvent, en effet, réagir directement sur les acides avec dégagement d'anhydride carbonique.

3° *Préparation du savon.* — Les lessives portées à l'ébullition reçoivent les acides gras par petites portions, afin d'éviter la formation de grumeaux. La cuisson ici est très rapide.

C'est ainsi que se préparent les savons potassiques à 50 % analogues aux savons d'empâtage, dont nous avons déjà parlé.

4° *Liquidation.* — Pour les savons de soude dits *purs* ou *levés sur gras*, il est nécessaire de procéder à la liquidation. Le savon est, dans ce cas, terminé un peu plus alcalin, et la cuisson suivie d'une addition d'eau qui permet la formation d'un *gras* analogue à celui des savons de Marseille.

5° *Coulage.* — Les savons, s'il y a lieu, sont versés dans des mises et découpés ensuite. Le gras est recueilli et sert dans une opération ultérieure.

La valeur des savons obtenus est des plus discutées. Les uns prétendent que, seuls, les savons résultant de la cuisson des glycérides neutres sont de bonne qualité; d'autres, au contraire, soutiennent qu'il n'y a pas de raisons pour que les savons obtenus ne soient pas de qualité égale. Cette méthode n'a pas donné jusqu'ici tous les résultats qu'on pourrait en attendre, car elle s'est heurtée à l'empirisme des contremaîtres marseillais, et aussi, il faut bien le dire, aux habitudes séculaires des industriels.

Néanmoins, d'après les personnes compétentes, ce procédé, judicieusement employé, simplifierait la préparation et permettrait des bénéfices sensibles.

Savons d'acide oléique. — L'acide oléique, appelé vulgairement *oléine*, obtenu comme déchet en stéarinerie, est actuellement employé soit pur, soit mélangé avec des corps gras pour la fabrication des savons.

ORIGINE DE L'ACIDE OLÉIQUE. — Il existe plusieurs méthodes d'hydrolyse de la matière grasse. Nous les exposerons brièvement :

1° *Saponification aqueuse.* — Ce procédé consiste, en principe, à chauffer la matière grasse avec de l'eau sous pression ou avec de

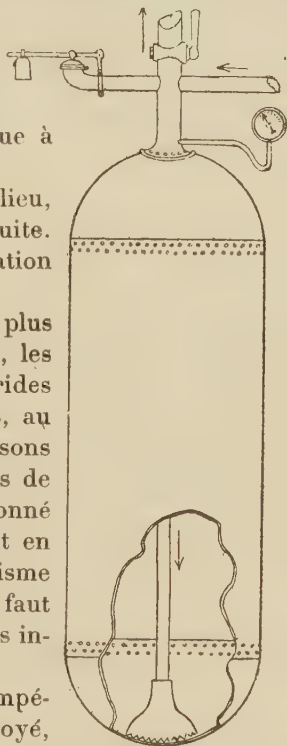


FIG. 6. — Autoclave.

Les matières grasses y sont d'abord saponifiées en présence de chaux et sous pression. Le brassage se fait par un courant de vapeur.

la vapeur d'eau surchauffée, en agitant de temps en temps de façon à favoriser la réaction.

2° *Saponification par les bases.* — La chaux, ajoutée dans la proportion de 12 à 14 $\frac{0}{10}$ en présence d'eau et à l'ébullition (en vase ouvert), donne des sels d'acides gras insolubles et de la glycérine. Les acides gras sont ensuite libérés par l'acide sulfurique. La chaux est parfois remplacée par la magnésie ou l'oxyde de zinc.

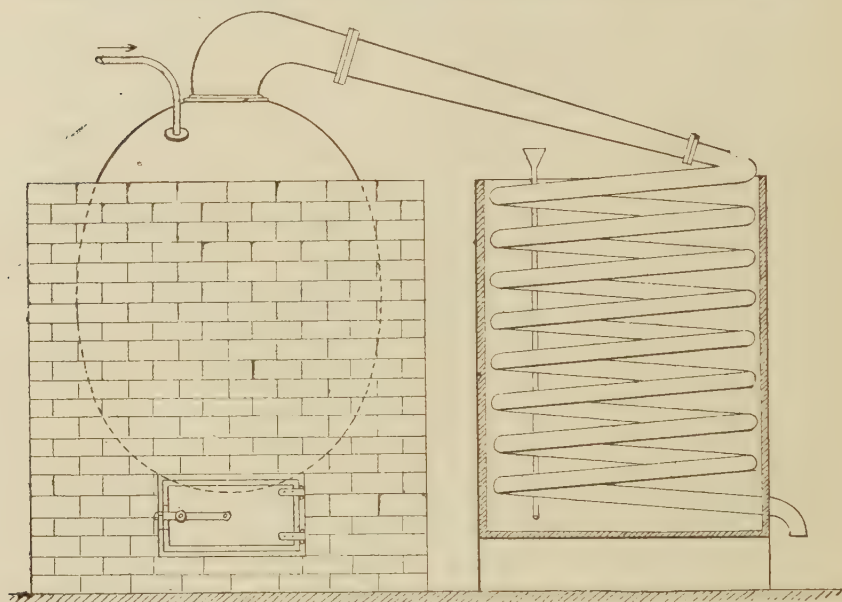


FIG. 7. — Cornue pour la distillation des acides gras.

3° *Saponification par l'acide sulfurique.* — Ce procédé est basé sur la propriété que possède l'acide sulfurique concentré d'hydrolyser les corps gras. Il y a formation de composés sulfonés des glycérides qui s'émulsionnent facilement et favorisent la réaction. Les acides gras sont alors séparés par distillation.

Ce procédé présente l'avantage d'augmenter la proportion des acides gras solides (stéaro-lactone, acide stéarique, acide oxystéarique, etc.), ce qui est intéressant pour la stéarinerie.

4° *Procédé mixte* — Cette dernière méthode, ordinairement suivie, réunit les qualités de toutes celles exposées précédemment.

Les matières grasses sont d'abord mises à l'autoclave (fig. 6), avec 1 $\frac{0}{10}$ de chaux vive sous une pression de 9 K^{cs} et brassées

énergiquement avec un courant de vapeur d'eau. Le mélange d'acides gras ainsi obtenu, partiellement combiné à la chaux, est séparé des eaux contenant la glycérine, puis traité dans de grandes cuves par 5⁰/₀ d'acide sulfurique à 66° B. à la température de 105°, tant pour libérer les acides que pour augmenter le rendement en acides gras concrets, ce qui donne un produit très coloré. Le mélange est ensuite distillé par entraînement à la vapeur d'eau.

L'opération se fait dans de grandes cornues de bronze chauffées au charbon ou au gaz (fig. 7).

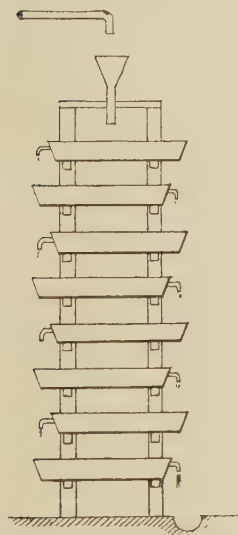


FIG. 8. — Etagère à mouleaux.

Les acides gras fondus arrivent à la partie supérieure et se distribuent automatiquement dans les mouleaux où ils se solidifient.

Les acides recueillis sont versés dans des sortes de cuvettes plates (*mouleaux*) disposées par séries qui se remplissent automatiquement (fig. 8). Les galettes d'acides obtenues par refroidissement, introduites dans des *scourtins* (sacs de crin), sont soumises à l'action d'une presse hydraulique à froid, puis à chaud (fig. 9). L'acide oléique qui s'écoule est reçu dans des rigoles (1).

Les produits commerciaux résultant des divers procédés exposés sont plus ou moins appréciés par la savonnerie. Les meilleurs proviendraient de la saponification par les bases.

PRÉPARATION DES SAVONS. — Les savons commerciaux d'acide oléique appartiennent à deux types :

1° *Les savons mous* se fabriquent rapidement en versant, dans 150 litres de lessive de potasse à 17°-18° B. préalablement portés à l'ébullition, 100 K^{os} d'acide oléique ajoutés en filet mince. Le savonnier vérifie si la quantité de lessive est suffisante et procède à la cuisson.

Le plus souvent, l'acide oléique est additionné de 10 à 12⁰/₀ de résine.

(1) Le produit restant dans les *scourtins* est d'un beau blanc, et sert pour la fabrication des bougies. Fondu, il est coulé dans des moules appropriés, placés dans un courant d'eau chaude pour éviter le refroidissement brusque. Chacun d'eux contient une mèche, trempée au préalable dans une solution boriquée. Viennent alors les opérations mécaniques : rognage, polissage et marque des bougies, qui sont ensuite triées et mises en paquets.

Les savons mixtes, préparés avec un mélange d'huiles diverses et d'acide oléique, s'obtiennent en versant la lessive dans l'huile chauffée ; l'acide oléique est ajouté en dernier lieu.

2° *Les savons durs* sont obtenus avec la soude, comme les pré-

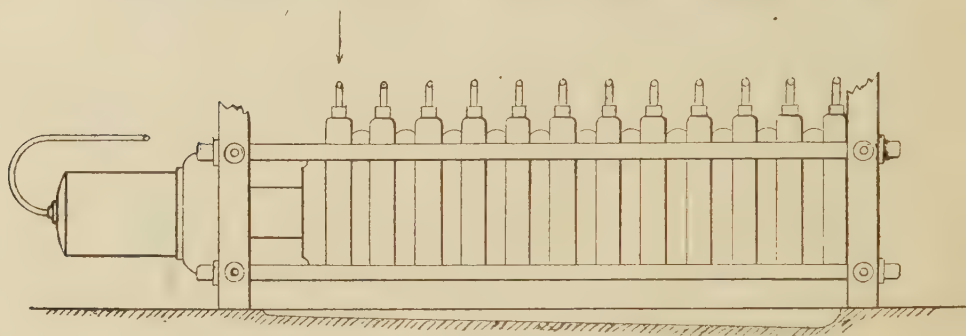


FIG. 9. — Presse hydraulique à chaud.

Les acides gras enfermés dans les scourtins sont pressés entre les plaques chauffées par un courant de vapeur d'eau.

cédents ; mais, après cuisson, la pâte est soumise, à une liquidation, sur gras ou sur lessive, analogue à celle des autres savons durs.

Pour masquer l'odeur de ces savons, certains industriels, au moment du coulage, les parfument par addition de 1 ‰ d'essence de mirbane.

Dans le cas des savons mixtes à base de soude, la pâte doit être relarguée et terminée exactement comme pour les savons d'huiles.

En résumé, les savons d'acides gras paraissent devoir prendre de plus en plus d'extension ; au contraire, les savons d'acide oléique de stéarinerie sont sans doute appelés à disparaître. Il est, en effet, possible depuis peu de transformer les acides incomplets, tels que l'acide oléique, en acides concrets par hydrogénation catalytique.

DEUXIÈME PARTIE.

**Préparation au Laboratoire des savons de
potasse et de soude pouvant servir à l'essai
pratique des huiles et de leurs acides gras**

Généralités.

Parmi les produits coloniaux pouvant donner lieu à des applications intéressantes, les matières grasses d'origine végétale tiennent aujourd'hui une place d'autant plus importante que l'industrie savonnaire a pris plus d'extension. Les facilités plus grandes d'importation et la consommation de plus en plus forte expliquent l'abandon des huiles d'olive et de lin si employées autrefois, mais insuffisantes maintenant et d'un prix relativement élevé, au profit des huiles d'arachide, de coprah et de palme que nous retirons de nos possessions à des conditions avantageuses.

Il existe dans les vastes forêts de l'Afrique Occidentale Française, du Congo, de Madagascar et de la Guyane des arbres dont les semences oléagineuses méritent d'attirer l'attention. L'établissement de réseaux de chemin de fer dans ces pays devant en permettre une meilleure utilisation, il est indispensable de connaître ces richesses. Aussi, ne se passe-t-il pas d'années sans que les chercheurs signalent de nouvelles essences végétales capables, d'après eux, de fournir des huiles propres à la fabrication des savons.

Ces affirmations, basées sur des dosages sommaires, font sourire les vrais savonniers, ceux-ci prétendant que, parmi tous les corps proposés, bien peu sont réellement intéressants.

Il n'existe pas, en effet, d'essai permettant d'affirmer à première vue qu'une huile est susceptible d'applications.

Le seul procédé pratique est la préparation d'un savon en partant du corps gras à étudier.

Bien rares sont les savants qui se donnent la peine de recourir à ce moyen. Ils n'auraient du reste trouvé à ce sujet, au milieu des nombreux traités, que de désespérantes indications. Car cette question, le plus souvent passée sous silence et qui semblait à tous bien connue, était loin d'être solutionnée. En fait, la préparation des savons dans les laboratoires était exclusivement basée sur l'empirisme et le tâtonnement.

M. MAURICE FRANÇOIS (1) tenta récemment, dans une série d'ex-

(1) M. FRANÇOIS. — Préparation d'un savon apte à donner des savons liquides de bonne qualité. J. P. C. 7 sér. **12**, p. 81 et 113.

périences des plus intéressantes, de rompre avec la routine. Il écrivait avec justesse : « Certains critiques trouveront qu'il est ridicule qu'un chimiste s'occupe à notre époque des savons et jugeront qu'il n'y a plus rien à ajouter à nos connaissances sur la question. Je proteste à l'avance. »

Ses essais avaient pour but de réaliser la préparation d'un savon de potasse apte à fournir des savons liquides et portaient sur la végétaline.

Dans ce travail, M. FRANÇOIS a démontré qu'il était possible d'obtenir la saponification complète de la végétaline et d'aboutir à un savon potassique rigoureusement neutre en employant la quantité théorique d'alcali indiqué par la détermination de l'indice de saponification.

Il a fait ressortir que la saponification était rendue plus facile par l'emploi, au début de l'opération, d'une solution de savon provenant d'une préparation précédente pour émulsionner le corps gras. Il pensait enfin que la méthode de préparation ainsi constituée pourrait servir de type pour l'étude des propriétés industrielles d'un corps gras dont on ne possède que de petites quantités.

M. FRANÇOIS nous autorise à dire qu'il s'est trop hâté de faire la dernière affirmation, et que la technique employée pour le savon de végétaline ne peut être généralisée. Cela tient à ce que ce corps est un produit très spécial, excessivement facile à saponifier.

L'auteur n'ayant étudié à fond que la saponification de la végétaline par la potasse, il restait, après sa publication, à créer la méthode générale permettant à un chimiste de transformer au laboratoire, sans insuccès possible, un faible échantillon de 100 gr., par exemple, d'une matière grasse quelconque, liquide ou concrète, végétale ou animale, en un savon fini, potassique ou sodique relargué. Les essais susceptibles d'être pratiqués sur ces savons donneraient alors des indications sur la valeur du corps gras dans les applications industrielles de la savonnerie.

C'est une tâche que nous avons entreprise avec l'intention de procurer à la science une nouvelle méthode générale et de l'appliquer aussitôt à l'étude des huiles retirées des graines de la famille des Méliacées.

Les résultats acquis nous semblent dignes d'intérêt.

Nous décrirons tour à tour la préparation de savons au laboratoire : avec la matière grasse à examiner (huile ou graisse) et avec les acides gras qu'il est possible d'en extraire.

Le plan adopté par nous est le suivant :

CHAPITRE I. — Savons préparés avec la matière grasse.

- A. — Généralités.
 - 1° Lois régissant la préparation des savons.... § I
 - 2° Choix des appareils..... § II
- B. — Opérations préliminaires et préparation des savons d'amorçage..... § III
- C. — Exposé de la méthode pour la préparation définitive :
 - a) d'un savon d'empâtage potassique à 50 0/0 glycériné..... § IV
 - b) d'un savon relargué sodique pur... § V

CHAPITRE II. — Savons préparés avec les acides gras (combinaison directe).

- A. — Préparation des acides gras et opérations préliminaires. § I
- B. — Exposé de la méthode pour la préparation immédiate :
 - a) d'un savon d'empâtage potassique à 50 0/0 (sans glycérine)..... § II
 - b) d'un savon relargué sodique pur.. § III

Nous ne saurions oublier de signaler à nouveau la haute compétence de M. FRANÇOIS dont nous avons toujours reçu avec profit les conseils éclairés.

CHAPITRE I.

Savons préparés avec la matière grasse.

La méthode de préparation que nous proposons n'a pu être mise au point qu'après de longues et patientes recherches. Les savons sont, comme nous l'avons dit, des mélanges de sels alcalins d'acides gras qui, s'ils appartiennent à la même série de corps gras, présentent néanmoins certaines différences de propriétés encore insuffisamment approfondies. Aussi, nous n'avons pas tardé à constater que tel procédé, applicable à une huile donnée, n'était pas susceptible de généralisation.

Nous avons choisi pour nos essais quatre types d'huiles ou graisses d'origine et de propriétés très diverses :

- | | | |
|---------------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| A. — Huiles végétales | { l'une siccative..... | <i>H. d'Œillette.</i> |
| | { l'autre non siccative ... | <i>H. d'Olive.</i> |
| | { la 3 ^e concrète..... | <i>H. de Coprah.</i> |
| B. — Graisse animale..... | | <i>Axonge.</i> |

§ 1. — *Lois régissant la préparation des savons.*

Une première série d'expériences nous a permis d'arriver à l'établissement des lois suivantes sur lesquelles nous avons basé notre méthode générale. Il est indispensable de les formuler et de les développer car elles seront utiles à la fois aux chimistes et aux savonniers. Elles permettront à ces derniers d'éviter bien des déboires dans l'utilisation des huiles nouvelles.

Certainement, quelques-uns des échecs auxquels ont abouti les essais industriels tentés dans cette voie, sont dus à l'absence d'une technique appropriée. Le procédé industriel pour les huiles actuellement employées, et qui donne avec elle de très bons résultats, peut fort bien se trouver défectueux en quelque point et ne pas s'appliquer parfaitement quand il s'agit de corps gras inconnus ou insuffisamment étudiés.

Certaines de ces lois ont été entrevues antérieurement par quelques auteurs, mais sans qu'on y ait attaché l'importance qu'elles méritent à notre avis. Nous les formulerons ainsi :

1^o *Il est possible d'obtenir des savons neutres en employant la quantité d'alcali exactement nécessaire indiquée par l'indice de saponification.* — Une opinion très répandue veut qu'il soit impossible de préparer des savons sans se servir d'un excès d'alcali. Ceci est une erreur : quand la méthode employée est bonne, il est toujours possible de faire un savon neutre avec la quantité exacte d'alcali indiquée par l'indice. Pour notre compte, nous avons constamment obtenu ainsi des savons donnant à chaud des solutions aqueuses sans trouble appréciable.

2^o *Il n'y a pas de formation de savon s'il n'y a pas d'empâtage.* — L'empâtage est la première opération indispensable de la préparation d'un savon. Tout le reste en dépend : un bon empâtage sera suivi d'une bonne saponification. Il nous fut toujours difficile de mener à bien la préparation d'un savon dont le début avait été défectueux.

L'empâtage est une émulsion de corps gras dans une solution de savon chargé d'alcali. — Dans l'industrie, cette émulsion est produite soit par ébullition, soit par brassage à l'aide d'un courant de vapeur directe. Dans les laboratoires, il est possible de la réaliser par ébullition ; mais, en raison des pertes rapides en eau et de la facilité avec laquelle le produit s'attache au fond et brûle, le meilleur moyen est l'agitation à la main à l'aide d'un mouvement circulaire ou, quand ce mode opératoire n'est pas applicable, l'emploi d'une spatule ou d'une baguette de verre.

L'empâtage industriel, que le savonnier s'en rende compte ou non, est dû à la présence d'une petite quantité de savon. Lorsque la préparation se fait (comme c'est le cas le plus fréquent) dans la cuve contenant les déchets (gras et écume) de l'opération précédente, ceux-ci facilitent l'émulsion dans l'alcali ; quand il s'agit d'une première cuite, le corps gras mis directement en contact avec une partie de la lessive contient toujours assez d'acides gras pour donner immédiatement le savon nécessaire pour amorcer l'empâtage qui d'ailleurs est assez pénible.

Il est facile de se placer dans des conditions semblables en amorçant à l'aide d'une petite quantité de savon préalablement obtenu.

3^o *Un bon empâtage ne peut s'obtenir qu'avec des lessives faibles de 8° à 10° Baumé.* — Ce fait, que nous avons constaté souvent, s'explique facilement avec ce qui vient d'être dit de l'empâ-

tage. L'addition de lessives alcalines fortes (à 30-35° B.), dans une solution limpide et chaude de savon agit à la façon d'un sel et produit un relargage, d'où la conséquence inévitable que le savon se précipite sous forme de grumeaux. Au contraire, nous avons pu vérifier maintes fois que le savon se dissout bien à chaud dans les lessives alcalines faibles ; les solutions obtenues sont particulièrement visqueuses et par conséquent se prêtent très bien à l'empâtage.

Toutefois, l'huile de coprah et les autres produits du même groupe, font exception, ils peuvent se combiner directement avec des lessives assez concentrées et leur présence dans les mélanges facilite ainsi la réaction.

4° *Pour avoir un bon empâtage, il y a avantage à verser la lessive dans l'huile plutôt que l'huile dans la lessive.* — Cette remarque, qui nous fut faite par plusieurs savonniers, a son importance. Nous avons constaté personnellement en appliquant la marche indiquée par notre procédé, qu'il n'était pas indifférent de suivre tel ou tel ordre. En versant l'huile d'abord et l'alcali ensuite, l'émulsion obtenue est plus fine et tient mieux qu'en opérant inversement ; ce phénomène n'est pas spécial à cette fabrication, et l'on n'ignore pas, par exemple, l'importance qu'on attache à l'ordre indiqué pour les mélanges des composants de certaines bouillies cupriques fungicides.

5° *Les lessives faibles à 10° B. sont incapables de produire la saponification complète.* — Il nous fut toujours impossible d'obtenir avec la quantité exactement nécessaire d'alcali titré, ajouté sous forme de lessive faible, des savons terminés. L'empâtage, après 8 heures, tient encore, mais par contre la saponification est loin d'être finie. Au contraire, la même quantité d'alcali en solution concentrée après un empâtage difficile permet d'avoir en une heure un savon entièrement soluble dans l'eau.

6° *Les quantités de chlorure de sodium nécessaires pour relarguer les savons neutres varient avec la nature de ceux-ci.* — C'est ainsi que certains savons, tels que ceux d'huile d'olive, sont relargués avec 50 gr. de sel (pour une préparation partant de 100 gr. d'huile, suivant notre procédé) alors que l'huile de coprah en exige 125. Il faut donc pour la généralisation, employer une dose qui est trop forte dans bien des cas, mais n'est que suffisante dans quelques autres.

7° *Les savons purs, relargués dans les mêmes conditions, contiennent des quantités d'eau différentes, variables avec la compo-*

sition chimique du savon. — Les savons sont relargués à l'état de sels d'acides gras contenant une certaine quantité d'eau d'hydratation analogue à l'eau de cristallisation des sels ordinaires. Tous les sels d'une même série peuvent présenter entre eux certaines différences ; par exemple, ils ne cristallisent pas forcément avec le même nombre de molécules d'eau (1). La proportion moyenne d'eau contenue dans un savon varie évidemment avec la composition des sels particuliers qui le constituent. Il ne faut donc pas chercher à obtenir une même quantité de savon pur relargué en partant de deux huiles différentes.

C'est ce que l'expérience nous a montré. Pendant longtemps nous avons cherché à préparer des savons relargués de soude à 30 % d'eau (hydratation moyenne des savons industriels actuels); mais nous avons dû bientôt abandonner une telle prétention ; l'explication se déduit aisément de ce qui vient d'être dit précédemment, sans qu'il soit nécessaire d'insister plus longuement.

§ II. — *Choix des appareils.*

CHAUFFAGE. — Le chauffage à feu nu est évidemment à proscrire comme trop brutal et trop variable. Une opération lente et sûre vaut mieux qu'une opération rapide, mais impossible à surveiller dans ses détails.

La température du *bain-marie* est préférable, car elle est suffisante sans être nuisible ; elle est, de plus, constante ce qui est un avantage très appréciable. Toutefois, il est nécessaire de ne pas se contenter des appareils ordinairement usités dans les laboratoires qui ne chauffent que la partie inférieure des vases, inconvénient grave.

Les récipients sont disposés (voir fig. 40) sur un double fond perforé dans une bassine, avec assez d'eau pour atteindre sensiblement le même niveau que dans la fiole ; l'eau est ensuite ajoutée au fur et à mesure de l'évaporation ou des besoins sans interrompre l'ébullition ; la vapeur émise chauffe la portion non immergée.

RÉCIPIENTS. — La *capsule de nickel* est commode parce qu'elle permet une agitation à la spatule et facilite l'enlèvement du savon

(1) L'oléate et le palmitate de sodium sont assez comparables dans leur rapport au sulfate et au thiosulfate de sodium ; or, les formules respectives de ces deux sels montrent que leur hydratation est fort différente :

Sulfate de sodium : $\text{SO}_4\text{Na}^2 + 10\text{H}_2\text{O}$.

Thiosulfate de sodium : $\text{S}_2\text{O}_3\text{Na}^2 + 5\text{H}_2\text{O}$.

pâteux, mais elle a son défaut : si une masse liquide s'échauffe bien par déplacement, il n'en est plus de même quand il s'agit d'un mélange visqueux; la chaleur ne s'y propage que difficilement et la température obtenue n'est pas uniforme. Ces capsules offrent en outre, l'inconvénient déjà signalé de présenter une grande surface à l'évaporation.

Les *fioles tronconiques*, en verre dit de Bohême (vases à saturation), que nous avons adoptées, offrent de nombreux avantages. Il est facile de les maintenir dans l'eau bouillante et leur ouverture pourvu qu'elles soient bien choisies, est suffisante pour permettre d'en retirer commodément le savon. Pour éviter l'évaporation, il

suffit de les recouvrir d'un verre de montre sur lequel les vapeurs se condensent pour retomber ensuite dans la masse.

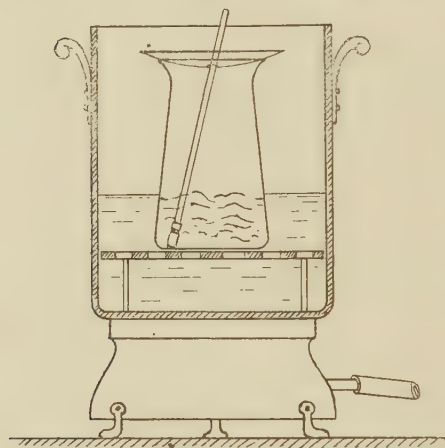


FIG. 10. — Dispositif employé pour la préparation des savons au laboratoire.

AGITATION. - Le meilleur procédé est l'agitation circulaire tant que la masse est suffisamment liquide ; mais, dès qu'elle prend de la consistance, il devient nécessaire de se servir d'un agitateur. Une baguette de verre munie à son extrémité d'un morceau de tube de caoutchouc s'emboîtant juste et dépassant légèrement, fixé

à l'aide de plusieurs tours de fil à coudre, remplit bien ce rôle. Le verre de montre sera avantageusement remplacé à partir de ce moment par un autre, percé en son milieu, laissant passer l'extrémité de l'agitateur, ce qui est plus pratique que de vouloir le faire tenir complètement dans la fiole.

L'ensemble de l'appareil se compose donc essentiellement, comme le montre la fig. 10, d'une bassine chauffée au gaz contenant l'eau bouillante où plonge une fiole tronconique placée sur un double fond et recouverte d'un verre de montre.

§ III. — *Opérations préliminaires et préparation des savons d'amorçage.*

Pour se faire une idée des propriétés de l'huile à essayer, il est tout naturel de s'en servir pour préparer un savon d'empâtage et un savon relargué dont il est facile d'apprécier les qualités. Il ne s'agit pas ici de discuter si l'action détersive des savons riches en alcali libre ou carbonaté est supérieure à celle des savons neutres; l'important pour nous est d'obtenir des corps aussi purs que possible. Il est donc indispensable de n'ajouter que la proportion d'alcali rigoureusement nécessaire afin de ne pas attribuer aux savons les effets produits par la potasse ou la soude en excès.

La première chose à faire est de déterminer l'indice de saponification avec beaucoup d'exactitude. Toutes les solutions alcalines devront être titrées avec grand soin pour être employées ultérieurement.

Comme il faut, d'autre part, ainsi que nous l'avons exposé, pour mener à bien l'empâtage, émulsionner d'abord l'huile dans une petite quantité de savon, nous préparons préalablement pour cet usage ce que nous désignons sous le nom de « *savon d'amorçage*. »

Nous allons passer en revue et décrire successivement les diverses opérations :

1° *Détermination de l'indice de saponification en potasse et en soude.* — Nous adopterons ici la méthode classique bien connue. Une prise d'essai voisine de 4 gr. est pesée exactement dans une fiole conique de 125 cc. Après addition de 10 cc. de potasse alcoolique normale et de 10 cc. d'alcool à 90°, la fiole, munie d'un réfrigérant ascendant, est portée au bain-marie.

L'ébullition doit être maintenue pendant une heure. Il est facile de procéder ensuite, après refroidissement, au titrage de l'excès de potasse à l'aide d'HCl normal en présence de phtaléine.

Le nombre n de centimètres cubes d'acide normal employé correspond à la potasse qui n'est pas entrée en réaction; il est aisé de calculer par différence la quantité de potasse disparue et combinée aux acides gras de la prise d'essai soit : $(10-n)$ cc. Potasse N, ou 56 $(10-n)$ mgr. KOH pure.

L'indice de saponification *en potasse* s'obtient en ramenant à 4 gr. de matière grasse le poids de KOH trouvé. Pour exprimer le résultat *en soude*, il suffit de multiplier le nombre correspondant à l'indice par le rapport $\frac{40}{56}$ soit 0,7142.

Nous avons obtenu, pour les huiles choisies, les quantités suivantes :

	Olive	Œillette	Coprah	Axonge
<i>Prise d'essai</i>	1.001	1.000	1.2285	1.241
Acide chlorhydrique N dépensé en cc.....	6.6	6.4	4.45	5.6
KOH N consommée par la saponification en cc.	3.4	3.6	5.55	4.4
Potasse en mgr. de KOH absorbée par la prise d'essai.....	190.4	201.6	310.8	246.4
Indice de saponification en mgr. de KOH..	190.2	201.6	252.3	198.5
id. en mgr. de NaOH.	135.8	144.0	180.2	141.7

2° *Préparation de lessives titrées de potasse et de soude.* — Il faut procéder alors à la préparation des solutions aqueuses de potasse et de soude qui serviront pour les manipulations ultérieures.

Pour obtenir la solution de potasse, on place 550 gr. de potasse pure en morceaux (toujours légèrement hydratée) dans un grand entonnoir au-dessus d'un flacon d'un litre. L'eau distillée est ensuite ajoutée goutte à goutte de façon à éviter un échauffement trop brusque pouvant provoquer la rupture des vases.

Il est nécessaire d'opérer de telle manière que la dissolution soit terminée avec le moins de liquide possible. Après avoir complété à un litre avec de l'eau distillée en quantité suffisante et agité vigoureusement, un simple titrage alcalimétrique permet de connaître la quantité de potasse en KOH. Cette opération se fait sur la solution diluée au dixième en employant comme réactif l'acide chlorhydrique normal.

Pour éviter toute surprise, la lessive ainsi préparée doit contenir environ 500 gr. de KOH pure par litre. Si le titre obtenu est trop faible, il faut ajouter quelques fragments de potasse, et après dissolution, faire un nouveau titrage.

La solution de soude se prépare de même avec 400 gr. de soude pour un litre, de façon à titrer environ 360 gr. de NaOH.

Connaissant l'indice de saponification (en potasse et en soude) il est facile de calculer ce que les 100 gr. d'huile, qui seront mis en œuvre, exigeront de lessives titrées.

Par exemple, d'après les indices déterminés, 100 gr. d'huile d'olive seront entièrement saponifiés par :

$$\frac{1.000 \times 19.02}{486.8} = 39 \text{ cc. } 07$$

de solution de potasse à 486.8 KOH par litre,

$$\text{ou } \frac{1.000 \times 13.58}{368.0} = 36 \text{ cc. } 90$$

de solution de soude à 368.0 NaOH par litre.

3° *Préparation de savons d'amorçage de potasse et de soude par saponification alcoolique.* — Il est aisé dès lors de préparer des savons d'amorçage exactement neutres par saponification alcoolique rapide. Il suffit d'introduire dans un ballon ou dans une fiole conique :

Huile à essayer (d'olive, par exemple).....	100 gr.
Solution de potasse (ou de soude) titrée nécessaire	39 cc. 07
Alcool à 95°	100 gr. (1)

Une partie de l'alcool est employée pour rincer l'éprouvette ayant servi à mesurer la potasse. La fiole contenant le mélange est reliée à un réfrigérant à reflux et chauffée au bain-marie pendant deux heures. L'agitation se fait d'elle-même par ébullition. Au bout du temps indiqué, la saponification est complète. Le liquide est transvasé chaud dans une capsule tarée et la fiole rincée avec 200 gr. d'eau en plusieurs fois pour enlever les traces de savon. Ces eaux de lavage sont réunies au produit obtenu, et le tout est ensuite évaporé au bain-marie jusqu'à réduction à un poids donné; nous indiquons ci-dessous la façon de le calculer. L'alcool est chassé en majeure partie et le savon obtenu servira pour l'amorçage de la saponification aqueuse correspondante.

4° *Calcul de la quantité de savon d'amorçage à obtenir pour 100 gr. d'huile.* — Cette quantité peut être déterminée très simplement en fonction de l'indice de saponification I, exprimé en potasse ou en soude suivant le cas.

La glycérine étant demeurée est considérée comme partie intégrante du savon sec. Par conséquent, 1 gr. ou 1.000 mgr. de matière grasse fixent I mgr. d'alcali et donnent :

(1) Ces quantités peuvent être réduites, à condition de maintenir les proportions. Quand la matière grasse dont on dispose est peu abondante, 10 gr. d'huile suffisent.

(1000 + I) mgr. de savon sec *
 ou 2 (1000 + I) mgr. de savon à 50 % d'eau
 100 gr. d'huile fournissent 100 fois plus de savon, soit :
 en mgr. 200 (1000 + I)
 en gr. : $\frac{200 (1000 + I)}{1000} = 200 + \frac{I}{5}$

En désignant par S la quantité de savon à obtenir, la formule qu'il faut appliquer est donc :

$$S = 200 + \frac{I}{5}$$

Avec les différentes huiles que nous avons employées pour nos expériences, ces quantités sont les suivantes :

			SAVONS D'AMORÇAGE	
			Potassique	Sodique
100 gr. d'huile d'olive	correspondent à		238 gr. 0	227 gr. 4
—	d'œillette	—	240 3	228 8
—	de coprah	—	250 4	236 0
—	d'axonge	—	239 7	228 3

Ces *savons d'amorçage* sont exclusivement préparés pour permettre l'obtention des véritables *savons d'essai* (d'empâtage et relargué) et n'ont nullement la prétention d'être comparables aux produits industriels.

§ IV. — *Préparation définitive d'un savon d'empâtage potassique à 50 %*

Parmi les savons d'empâtage actuellement préparés, seuls, les savons mous de potasse méritent d'attirer l'attention. Les autres ne sont que des produits inférieurs malheureusement trop répandus dans le commerce, et qui n'ont aucune valeur au point de vue scientifique. La forme sodique ne semble pas présenter d'intérêt à notre époque. Nous nous bornerons donc à conseiller la préparation d'un *savon d'empâtage potassique*, finalement amené à l'hydratation conventionnelle de 50 % qui est généralement adoptée.

Les indications données ci-dessous se rapportent à une opération faite avec 100 gr. d'huile.

Pour gagner du temps, il est commode de faire la veille la solution de savon potassique d'amorçage : 40 gr. de ce savon exactement pesés dans une fiole tronconique tarée de 500 cc., sont addi-

tionnés de 50 gr. d'eau et agités de temps à autre jusqu'à dissolution complète.

Le lendemain, la fiole, couverte d'un verre de montre pour éviter l'évaporation, est disposée sur le double fond de la bassine servant de bain-marie. Pendant que le tout s'échauffe, la solution titrée de potasse nécessaire à la saponification est mesurée aussi exactement que possible et diluée avec assez d'eau distillée pour obtenir 60 gr., en ayant soin de bien mélanger pour avoir une lessive homogène.

Quand l'eau du bain-marie est arrivée à l'ébullition, la fiole tronconique, contenant le savon qui doit être entièrement dissous, est portée sur la balance afin d'ajouter les 100 gr. d'huile rigoureusement pesés. Celle-ci est versée froide si elle est liquide, chaude si elle est concrète. Après agitation circulaire pour favoriser l'émulsion, le mélange est de nouveau chauffé au B. M. Il est nécessaire d'entretenir constamment une douce ébullition et de remplacer l'eau à mesure qu'elle s'évapore.

Après cinq minutes l'émulsion chaude est additionnée *d'un cinquième de la solution de potasse à employer, soit 12 cc.* (Noter l'heure). La quantité d'alcali ainsi introduite donne avec l'eau présente dans la masse, une lessive faible; on se trouve donc, comme nous l'avons vu, dans les conditions les plus favorables pour l'empâtage. Après agitation circulaire, la fiole est remise dans l'eau bouillante et agitée suivant le même procédé de 5 en 5 minutes, afin de maintenir l'émulsion qui est nécessaire pour faciliter la réaction.

Après une demi-heure, un *nouveau cinquième* de la solution de potasse est ajouté. L'émulsion étant plus stable, il suffit alors d'agiter toutes les 10 minutes.

Généralement, au bout d'une autre demi-heure, l'empâtage est complet et la masse est pâteuse.

Il devient alors nécessaire de se servir de l'agitateur et de substituer au verre de montre ordinaire le verre de montre perforé.

Le *troisième cinquième* produit une liquéfaction relative, permettant d'homogénéiser le mélange, qui est chauffé pendant une demi-heure, en agitant de temps à autre pour renouveler les surfaces directement en contact avec la paroi. La pâte devient ferme.

Une demi-heure plus tard, les *deux derniers cinquièmes* sont versés dans la masse qui se fluidifie. L'agitation qui est à ce moment assez pénible, doit être conduite avec beaucoup de soin. Il est indispensable d'écraser les grumeaux de savon formés pour

favoriser l'action de l'alcali. Le mélange durcit de nouveau et devient transparent.

Après une demi-heure, l'eau de rinçage de l'éprouvette ayant contenu la lessive (15 cc. employés en 3 fois) est ajoutée. Le savon est encore maintenu une heure dans l'eau bouillante.

Pour terminer, la pâte est additionnée d'assez d'eau pour obtenir, en tenant compte des 10 gr. de savon ajoutés au début, un poids de savon égal à :

$$S_1 = 210 + \frac{1}{5}$$

La fiole couverte est abandonnée au refroidissement jusqu'au lendemain ; l'eau se répartit ainsi dans la masse.

L'opération, qui dure 3 heures en tout, est facilement conduite à sa fin en une matinée par exemple :

8 h. 25	addition des 100 gr. d'huile.			
8 h. 30	— du 1 ^{er} cinquième de la solution de potasse (12 cc.)			
9 h.	— du 2 ^e	—	—	—
9 h. 30	— du 3 ^e	—	—	—
10 h.	— des 4 ^e et 5 ^e	—	—	—
10 h. 1/2	— des 15 cc. d'eau de lavage.			
11 h. 1/2	— Compléter au poids donné.			

Tous les savons que nous avons préparés furent aisément obtenus de cette manière sans constater jamais d'insuccès.

§ V. — Préparation définitive d'un savon relargué sodique pur.

Pour nos expériences l'emploi de la soude pour la préparation des savons relargués s'imposait. Dans l'industrie, cet alcali est utilisé à l'exclusion de la potasse, produit de prix plus élevé, et ne présentant aucun avantage puisqu'il ne s'agit pas ici d'obtenir des savons mous ou transparents.

Nous avons dû nous éloigner nettement des deux types industriels dits *levés sur lessive* et *sur gras*, dont la fabrication, nécessitant l'emploi d'excès d'alcali, ne pouvait présenter la rigueur scientifique suffisante. Enfin, nous avons préféré ne relarguer le savon qu'après action complète de la lessive totale ce qui nous rapproche du *procédé anglais*, mais nous avons remplacé la liquéfaction qui devient inutile par un essorage à la trompe du produit précipité.

Cette méthode est exclusivement de laboratoire et donne néanmoins des savons comparables à ceux de l'industrie.

Elle nous a toujours permis d'arriver à de bons résultats.

La marche à suivre peut être résumée ainsi : faire un savon d'empâtage sodique, le dissoudre pour s'assurer de sa bonne préparation, le précipiter par le chlorure de sodium et finalement l'essorer pour le séparer du liquide entraîné. Nous obtenons ainsi ce que nous avons appelé le savon relargué sodique pur. Nous allons examiner en détail les différentes phases que nous venons d'indiquer.

1° Obtention d'un savon d'empâtage sodique. — La préparation de ce savon se fait dans l'ensemble, de la façon décrite précédemment pour le savon d'empâtage potassique. Les 10 gr. de savon sodique d'amorçage sont introduits la veille avec 50 gr. d'eau dans une fiole tronconique tarée de 750 cc. (afin de permettre le relargage) ; il ne faut pas compter obtenir la solution du savon à froid, néanmoins le contact préalable favorise la bonne marche de l'opération.

Le chauffage préliminaire au B. M. est prolongé jusqu'à dissolution complète en agitant circulairement de temps à autre. Après addition des 100 gr. d'huile, la lessive de soude, diluée à 60 cc., ainsi qu'il a été dit est introduite de demi-heure en demi-heure par fractions d'un cinquième. L'addition des deux derniers cinquièmes se fait en une seule fois, elle est suivie une demi-heure après de celle des 15 cc. d'eau de lavage.

L'aspect du produit au cours de cette opération n'est pas tout à fait le même qu'avec la potasse. La lessive aussitôt ajoutée provoque l'épaississement de la masse, mais les consistances obtenues ne sont jamais aussi fermes, ce qui permet une agitation moins pénible.

Après une demi-heure de cuisson, le savon sodique d'empâtage est terminé.

2° Relargage. — Cette opération se fait en quatre temps :

a) *Dissolution du savon.* — La fiole est alors retirée du B. M. pour permettre l'introduction de 400 gr. d'eau destinée à dissoudre le savon. Afin d'éviter tout mécompte, il importe d'opérer comme il suit : l'eau est ajoutée bouillante, d'abord par petites portions, dans la masse visqueuse en agitant avec la baguette de verre. Il est indispensable d'attendre l'absorption de la quantité versée avant toute nouvelle addition. Le savon tel qu'il est à ce moment peut être considéré, en effet, comme étant en solution très concentrée dans une faible proportion d'eau. Le tour de main consiste à

diluer peu à peu cette solution sans abaisser la température. De cette façon l'opération est très rapide.

Le produit obtenu est une solution, plus ou moins visqueuse selon la solubilité du savon, chargée de bulles d'air introduites par l'agitation. Il suffit alors d'abandonner au B. M. pendant une ou deux heures. Au bout de ce temps, le savon s'il a été bien préparé donne une liqueur limpide ; un aspect trouble indique une saponification incomplète.

L'addition brusque de la quantité d'eau froide ou chaude donne souvent de piètres résultats : le savon durcit brusquement et vient flotter à la partie supérieure où il se dissout mal et avec une excessive lenteur.

b) *Précipitation*. — L'addition de solution salée est peu pratique ici, puisque le savon obtenu est déjà dilué ; aussi est-il préférable de verser directement 125 gr. de chlorure de sodium pur finement pulvérisé. La fiole est ensuite portée de nouveau au B. M.

Il convient d'agiter assez fréquemment pendant 5 minutes pour faciliter la dissolution du sel, et de s'assurer ensuite qu'il n'en reste pas dans le fond. Le savon se trouve précipité en flocons ayant tendance à gagner la surface du liquide.

L'agitation terminée, le mélange est maintenu encore 5 minutes au B. M. ; le savon se rassemble à la partie supérieure où il forme une couche distincte opaque et molle. Le liquide inférieur est alors siphonné aussi complètement que possible.

La masse du savon relargué, chauffée de nouveau pendant quelques instants est soumise aussitôt à l'essorage.

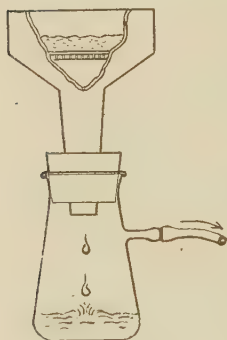


FIG. 11. — Essorage d'un savon de soude.

c) *Essorage*. — Le mieux est d'employer pour cette manipulation l'entonnoir de porcelaine, dit de BUCHNER, convenablement relié à une trompe à vide (voir fig. 11) et dont le double fond perforé a été recouvert de deux ronds de papier à filtrer préalablement mouillés et d'un disque de toile s'adaptant exactement.

Le savon chaud est rapidement versé et réparti uniformément à l'aide de petites secousses imprimées à l'appareil.

d) *Compression*. — Pour avoir un beau gâteau de savon homogène et ferme, il faut, pour terminer l'essorage, quand la masse se refroidit, recouvrir de plusieurs ronds de papier filtre et compri-

mer uniformément à l'aide d'un disque résistant métallique ou autre. A froid le gâteau se détache et s'enlève facilement.

Le savon ainsi obtenu retient forcément un peu de sel, mais cela ne présente aucun inconvénient grave. Il est pratiquement impossible de le supprimer complètement et de plus les savons commerciaux en renferment toujours (nous avons nous-même vu, dans la préparation du savon de Marseille, l'addition de sel dès le début). Les proportions retenues dans les divers essais seront du même ordre puisque les opérations sont toujours conduites de la même façon. Les savons ainsi préparés sont directement comparables et permettent aux connaisseurs d'apprécier la valeur du produit.

CHAPITRE II

Savons préparés avec les acides gras.

Ainsi que nous l'avons dit, les savons d'acides gras semblent appelés à un grand avenir, c'est pourquoi nous conseillons vivement d'essayer en même temps que les propriétés d'une huile, celles des acides gras qu'elle contient.

La préparation de ces savons est entièrement différente de celle des savons d'huile, les lois ici ne sont plus les mêmes : il ne s'agit pas en effet d'une saponification, mais d'une combinaison de deux sortes de corps (alkali et acides) ayant de grandes affinités les uns pour les autres.

Toutefois, l'ordre dans lequel on les fait réagir n'est pas absolument indifférent. Nous avons expérimenté les deux cas possibles : verser la lessive dans les acides et les acides dans la lessive.

Seule cette dernière méthode permet de mener facilement à bien l'opération, c'est donc celle que nous adopterons.

Nous exposerons en trois parties successives : la préparation des acides gras, la fabrication d'un savon d'empâtage potassique et celle d'un savon relargué sodique.

§ I. — *Préparation des acides gras en partant de l'huile et opérations préliminaires.*

Pour obtenir ces acides gras, il suffit de préparer ainsi qu'il a été dit un savon d'empâtage de potasse ou de soude (nous préférons ce dernier procédé, car il est plus facile à bien conduire et il est spécialement nécessaire de ne pas avoir de parties mal saponifiées). Le produit est dissous dans 400 grammes d'eau et les acides sont libérés par l'acide chlorhydrique ajouté en léger excès (jusqu'à coloration rouge du papier de tournesol).

Ces acides recueillis, lavés plusieurs fois à l'eau chaude, se réunissent en une couche devenant ordinairement solide par refroidissement. Le gâteau, séché entre des doubles de papier

buvard, est ensuite fondu à l'étuve et filtré. Les acides liquides à la température ordinaire sont séparés de la partie aqueuse au moyen d'une ampoule à décantation.

Un prélèvement d'un gramme environ des acides préparés permet d'en prendre l'*indice de saponification* I' et de calculer les quantités de lessives alcalines titrées nécessaires pour que la réaction soit complète.

Nos premiers essais portèrent sur les acides gras des huiles d'olive et de coprah. Le calcul des indices conduit aux résultats suivants :

	Olive	Coprah
<i>Prise d'essai</i>	1.210	1.140
Acide chlorhydrique N dépensé en c. c.....	5.8	4.6
Potasse N consommée par la saponification.	4.2	5.4
KOH en mgr. consommée par la prise d'essai.....	235.2	302.4
Indice de saponification en mgr. de KOH.	194.38	265.26
» » NaOH.	138.82	189.44

§ II. — Préparation immédiate d'un savon d'empâtage potassique à 50 %

La quantité de potasse titrée correspondant à 100 grammes d'acides gras, est versée dans une fiole tronconique tarée de 500 c c. L'eau distillée ayant servi au rinçage de l'éprouvette est réunie à la lessive de manière à obtenir un poids total de 125 grammes. Le vase est recouvert d'un verre de montre et porté dans la bassine à double fond décrite précédemment ; l'eau qu'elle contient est alors portée à l'ébullition.

A ce moment, les *trois quarts* des acides gras (soit 75 grammes) sont ajoutés dans la lessive, l'agitateur introduit et le verre de montre perforé est substitué à l'ordinaire. Après chauffage d'une demi-heure pendant laquelle on agite de temps en temps, le *dernier quart* des acides (25 grammes) est versé dans la masse en agitant vigoureusement. Une heure après, si la manipulation a été bien faite, le savon est terminé. Il n'y a plus qu'à compléter la quantité d'eau nécessaire pour avoir un savon à 50 %. Ce poids, facile à calculer, est égal à :

$$S_2 = 200 + \frac{I'}{5}$$

§. III. — *Préparation immédiate d'un savon relargué sodique pur.*

L'opération est conduite, dans ce cas, comme il vient d'être dit pour le savon de potasse, mais en ayant soin d'employer une fiole de 750 cc. Le savon d'empâtage sodique obtenu est dissous dans 400 grammes d'eau et relargué, absolument de la même manière que lorsqu'il s'agit d'un savon d'huile.

* * *

En résumé, notre méthode d'essai pratique des huiles permet de préparer avec de petites quantités un savon potassique d'empâtage et un savon sodique relargué, 1° avec l'huile à étudier, 2° avec les acides gras qu'il est possible d'en extraire. La valeur des produits obtenus permet de se rendre compte des applications industrielles dont la matière grasse examinée est susceptible.

Cette méthode peut également servir à l'essai des acides gras purs et des oléines fournis par le commerce.

Nous avons dû, pour établir notre procédé et contrôler son efficacité, faire près d'une centaine de préparations. Depuis son élaboration, malgré l'usage d'huiles fort différentes, nous avons toujours obtenu les résultats les plus satisfaisants, ce qui permet de conclure que son emploi peut être considéré comme tout à fait général et évitant tout mécompte.

TROISIEME PARTIE.

Étude des graines oléagineuses des Méliacées.
Application de la méthode d'essai.

*
* *

Les huiles industrielles sur lesquelles nous avons opéré nous furent gracieusement offertes par les fabriques suivantes :

B. K. PAUL & C^o, de Calcutta (Huile de Neem, *Azadirachta indica* Juss.).

ROCCA-TASSY-DE ROUX, de Marseille (Huile d'Amoora *Rohituka* W. et A.)

CHARLES CORAZE & C^o, de Marseille (Huile de Mafouraire, *Trichilia emetica* Vahl.)

MAGNAN, de Conakry (Huile de Touloucouna, *Carapa Touloucouna* G. et P.)

X. par l'intermédiaire de l'*Escriptorio de Informaçõs do Brazil* (Huile d'Andiroba, *Carapa guianensis* Aub.)

Nous leur adressons nos sincères remerciements ainsi qu'à tous ceux qui, par leurs échantillons, nous ont permis la description de ces plantes : Mission EMILE PERROT (1914); M. BOHN, directeur, et M. MATHON, administrateur de la *Compagnie française de l'Afrique occidentale*; MM. les Professeurs JUMELLE de Marseille, et MATTIROLO de Turin; MM. Aug. CHEVALIER, H. G. CARTER Economic Botanist to the *Botanical Survey of India* (Calcutta), D. C. SYLVA, directeur de l'*Escriptorio de Informaçõs do Brazil*; *The Imperial Institute* de Londres et *The Royal Botanic Garden*, de Peradeniya (Ceylan) M. THOMAS, d'Orléans; sans oublier M. DEMILLY, jardinier-chef à l'Ecole Supérieure de Pharmacie de Paris.

Nous exprimerons enfin notre reconnaissance à M. le Prof. GUÉRIN dont nous avons souvent mis à contribution l'indiscutable compétence en matière botanique.

Généralités sur les graines étudiées et leur place dans la classification.

La famille des Méliacées est ordinairement placée près des Rutacées et des Térébinthacées dans les Dialypétales, superovariées, diplostémones. D'après VAN TIEGHEM (1), les principaux caractères différentiels du groupe auquel elle se rattache sont les suivants :

Carpelles clos à cloisons persis- tantes, feuilles membraneuses sans stipules. Anthères à dé- hiscence longitu- dinale, ovules anatropes.	Disque intrastaminal	}	poches sécrétrices.....	<i>Rutacées</i>
			canaux sécréteurs	libériens <i>Térébinthacées</i>
				ligneux. <i>Simarubacées</i>
			ni poches, ni canaux.....	<i>Méliacées</i>
	Disque extrastaminal.....			<i>Sapindacées</i>

Les Méliacées se divisent en deux sous-familles, d'après la disposition des étamines : monadelphes chez les *Mélioïdées*, libres chez les *Cédreloïdées*. Cette dernière fut élevée par plusieurs auteurs au rang de famille sous le nom de Cédrelacées ; elle ne renferme pas de plantes à graines oléagineuses, parmi les espèces actuellement connues. On en trouve au contraire, dans les *Mélioïdées*, un certain nombre, dignes d'attirer l'attention. La classification, que nous donnons ci-joint, permet de se rendre compte des rapports qui existent entre les genres intéressants.

(1) VAN TIEGHEM. — Traité de Botanique. — Paris, 1891, **2**, p. 1665.

Méliciées

I. — Etamines conrescentes ; 1-2 ou de nombreux ovules ;
fruit capsulaire, ou drupacé, ou bacciforme ; semences
aillées ou non.....

Mélicioidées

== A. -- 1 ou 2 ovules par loge

2 ovules, fruit capsulaire
et loculicide, drupacé
ou bacciforme indéhis-
cent, avec ou sans al-
bumen, radicule hors
les cotylédons.....

Méliciées. 1.

1-2 ovules, fruit capsu-
laire loculicide ou in-
déhiscent, semences
arillées exalbuminées,
radicule incluse.....

Trichiliées. 2.

a) dans la tribu des *Méliciées* :

Semences sans albumen,
dans un noyau à une
seule loge, feuilles mo-
nopennées, disque nul.

Azadirachta

Fruit drupacé indéhiscent

Semences albuminées
dans un noyau à plu-
sieurs loges, feuilles
bipennées, disque an-
nulaire

Melia

b) dans la tribu des *Trichiliées* :

Anthères incluses dans
le tube staminal, dis-
que nul.. ..

Amoora

Fruit capsulaire loculicide

Anthères exsertes, dis-
que annulaire.....

Trichilia

== B. — Plus de 2 ovules par loge ; fruit capsulaire à déhiscence
septicide ou loculicide ; semences aillées ou non, avec ou sans
albumen.....

Swieténiées. 3.

Anthères au sommet du tube staminal, capsule loculicide,
semences sans albumen, en forme de pyramide avec une
coque ligneuse ou cellulosique. Disque épais.....

Carapa

II. -- Etamines libres ; nombreux ovules ; fruit capsulaire,
graines aillées.....

**Cédreloïdées
ou Cédrelées. 4**

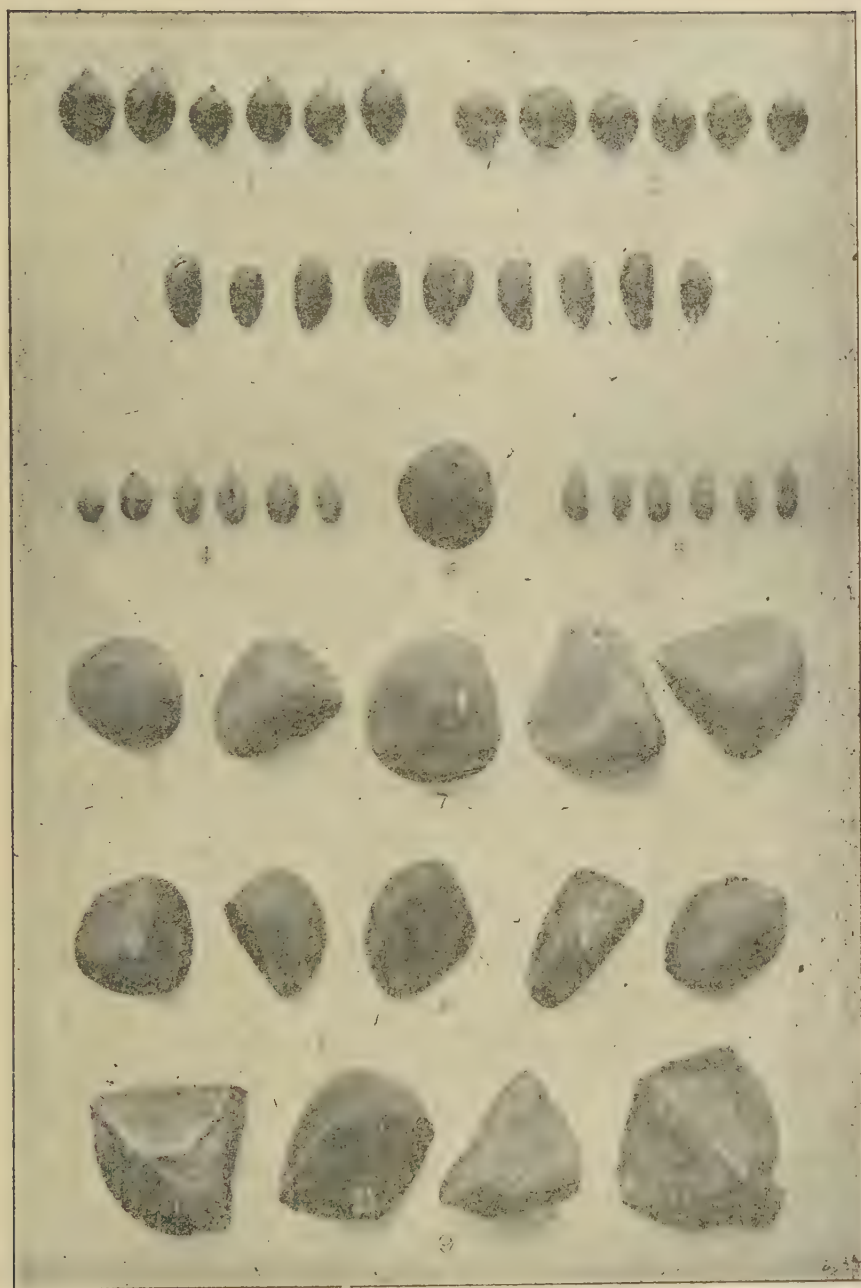


FIG. 12. — SEMENCES OLÉAGINEUSES DES MÉLIACÉES (Réduites au demi).

1. *Amoora Rohituka* W. et A. (de Madagascar); 2. *Amoora Rohituka* (des Indes); 3. *Trichilia emetica* Vahl; 4. *Melia Azedarach* L.; 5. *Azadirachta indica* Juss.; 6. *Carapa microcarpa* A. Chev.; 7. *Carapa Touloucouna* G. et P.; 8. *Carapa guianensis* Aub.; 9. *Carapa moluccensis* Lam.

Nous examinerons successivement les graines d'*Azadirachta indica* Juss., de *Melia Azedarach* Lin., d'*Amoora Rohituka* W. et A., de *Trichilia emetica* Vahl, des *Carapa Touloucouna* G. et P., *C. guianensis* Aublet, *C. moluccensis* Lam., ainsi que les produits industriels qu'elles sont susceptibles de fournir. Nous aurons donc l'occasion d'indiquer les résultats donnés par la méthode d'essai décrite précédemment.

Nous croyons bon de réunir ici, en un tableau, les indices des huiles industrielles étudiées et de leurs acides gras, déterminés ainsi qu'il a été dit :

		Prise d'essai	HCl N dépeusé en cc.	KOH N consommée en cc.	KOH en mgr absorbée par la prise d'essai	Indice de saponification	
						en KOH	en NaOH
<i>Azadirachta indica</i>	Huile	1.041	6 25	3 75	210.0	201.7	144.0
	A. gras	1 028	6.75	3.35	187.6	182.4	130.2
<i>Amoora Rohituka</i>	Huile	1.225	5 75	4.25	238.0	194.2	138.7
	A. gras	1.100	5.85	4.15	232.4	211.2	150 8
<i>Trichilia emetica</i>	Huile	1.100	6 05	3.95	221.2	201.0	143.5
	A. gras	1.039	6.15	3.85	215 6	207.5	148.2
<i>Carapa Touloucouna</i>	Huile	1.057	6.10	3.90	218.4	206.6	147.5
	A. gras	1.030	6.55	3.45	193.2	187.5	133.9
<i>Carapa guianensis</i>	Huile	1.143	5.85	4.15	232.4	203.3	202.7
	A. gras	1.0505	6.20	3.80	212.8	145.2	144.7

Dans cette troisième partie, chaque Méliacée fait l'objet d'un chapitre spécial pour lequel nous avons adopté le plan suivant :

		Historique.
§ I. Généralités	{	Description de la plante.
		Usages des différentes parties.
§ II. Etude de la Graine	{	Caractères macroscopiques.
		Caractères microscopiques.
		Composition.
§ III. Produits industriels	{	Huiles, acides gras et savons.
		(Résultats dus à l'application de la
		méthode d'essai).
		Tourteau.

Principales indications bibliographiques à consulter.

CHAPITRE I.

Azadirachta indica A. de Jussieu.

Syn. — *Azedarach deleteria* Medic., *Azedarach fraxinifolia* Manch., *Melia Azadirachta* Linné, *M. fraxinifolia* Salisb., *M. indica* Brandis, *M. japonica* Hassk., *M. parviflora* Moon., *M. pinnata* Stokes.

Noms indigènes. — FR. : Azédarach aillé, Azadirac de l'Inde, Margosier, Margousier ; ANGL. : Indian Lilac, Neem-tree, Nim-tree, Nimb-tree, Margosa-tree ; ALL. : Grossblättriger Zedrach ; PORT. : Margosa ; COCH. : Cho-dô ; CEYLAN : Kohomba ; MAL. : Vippa, ariya-véppa, ariat-bepou ; SING. : Kohumba, nimbu-nimba-gahá ; BIRM. : Thin, bawtamaka, tamá-bin, thamáká, kamaka ; BENG. : Ním, nimgachh, BOMB. : Ním, bál-nimb ; SIND : Neemori ; PUNJ. : Ním ; GUZ. : Limba, libado, limbado, limb, dānu-jhada, kohumba ; SANSC. : Nimba, arishta, nimba-wriskshaha ; HIND. Ním, Neem, bál-nimb, ním ; DEG. : Ním ; TEL. : Vépa, yapa, yeppa, taruka, ním-bamu.

Répartition géographique. — L'*Azadirachta indica*, originaire de l'Archipel malais, se rencontre également à l'état sauvage dans les forêts de Ceylan et du sud de l'Inde. Il est souvent cultivé comme arbre d'avenues et de jardins (1).

Les deux arbres à graines oléagineuses que nous avons signalés dans la tribu des **Méliées** sont fréquemment réunis sous le nom d'*Azédarachs*. Il importe toutefois de ne pas les confondre ; l'*Azadirac de l'Inde*, encore appelé *Nim* ou *Margosa*, est l'*Azadirachta indica* et l'*Azédarach commun*, ou *Lilas de Perse*, le *Melia Azedarach*.

Leur aspect extérieur, assez semblable pour un œil non exercé, les a souvent fait prendre l'un pour l'autre, ce qui a causé dans la bibliographie de nombreuses erreurs que nous nous efforcerons de corriger chaque fois que nous en aurons l'occasion.

L'*Azadirachta indica* est suffisamment caractérisé par ses feuilles pennées, son ovaire à 3 loges, son fruit drupacé, à noyau tendre, se

(1) A la suite de l'article de LAFITE, qui n'est qu'un mélange incompréhensible des propriétés de l'*Azédarach commun* et de l'*Azadirac de l'Inde*, certains journaux (de langue allemande) ont indiqué l'*Azadirachta indica* comme vivant à l'état sauvage dans le nord de l'Amérique. Il n'en est fait nulle mention ailleurs et il n'y a par conséquent pas lieu de s'y arrêter.

brisant facilement sous la pression de l'ongle et contenant généralement une seule semence exalbuminée, parfois deux.

Le *Melia Azedarach* présente, au contraire, des feuilles bipennées ; l'ovaire est divisé dans cette espèce en 4-6 loges. Le fruit, également drupacé et d'aspect extérieur analogue au précédent, renferme un noyau excessivement dur, dans lequel sont incluses 4-6 semences albuminées dont le plus souvent 2 à 3 seulement arrivent à maturité.

§ I. — Généralités.

Historique — L'*Azadirac* de l'Inde est connu depuis la plus haute antiquité. Il est en effet classé sous le nom sanscrit de *Nimba* dans l'*Ayurvedas* (*Systema medicinæ*) de SUSRUTA, l'un des plus anciens médecins hindous.

Les Mahométans, dès leur arrivée dans l'Inde, distinguent l'*Azadarakht-i-Hindi* ou *Neem* de l'*Azedarakht* ou *Bakayan*.

Au XVI^e siècle, GARCIA D'ORTA, médecin du vice-roi portugais de Goa, en fait l'objet d'un de ses entretiens (*Do Nimbo*) sur les diverses plantes indiennes médicinales (1563).

CHRISTOVAL ACOSTA le mentionne également dans son *Tractado de las drogas medicinas de las Indias occidentales*, imprimé à Burgos, en 1578, en espagnol et, sept ans plus tard, à Venise, en italien. Il y joint une figure assez grossière et sans détails reproduisant l'aspect d'une branche de l'arbre.

Au XVII^e siècle, VAN RHEEDE, dans le quatrième volume de l'*Horti Malabarici* (1683) fait de l'*Azadirac* (en malais *Aria-Bepou*) une description intéressante accompagnée d'une bonne gravure montrant nettement les feuilles monopennées et le fruit à une seule loge.

Au XVIII^e, BURMANN, dans une des planches du *Thesaurus zeylanicus*, souligne de façon plus évidente la disposition des folioles et leur forme en demi-lune ; il énumère longuement les divers noms donnés par les auteurs à cet arbre qu'il lui-même appelle *Azedarach foliis falcato-serratis*.

LINNÉ, dans son *Species plantarum* (1753), le nomme *Melia Azadirachta* de l'Inde.

Mais ADRIEN DE JUSSIEU, dans le *Genera* de son *Mémoire sur le groupe des Méliacées* (1830), s'appuyant sur les nombreuses différences précédemment signalées qui séparent l'*Azedarach* de l'*Azadirac*, crée pour celui-ci un genre spécial avec le nom d'*Azadirachta indica*, adopté généralement depuis par tous les botanistes. Un certain nombre d'entre eux toutefois préfèrent encore lui con-

server la dénomination de LINNÉ ; nous croyons plus sage de nous rallier à l'opinion de DE JUSSIEU et d'adopter le terme d'*Azadirachta indica*, qui présente l'avantage d'éviter des confusions toujours faciles.

PIDDINGTON, en 1851, fait l'étude chimique de l'écorce de cet arbre et en isole le premier à l'état de sulfate une base organique qu'il appelle *azédérine*.

En 1854, LANDERER prépare un extrait éthéré, composé peu défini par conséquent, qu'il préconise sous le nom d'*azadirachtine* comme très efficace dans les fièvres intermittentes et capable de remplacer la salicine, action qu'il suppose due à la présence d'un alcaloïde.

CORNISH, en 1856, obtient, cristallisé en forme de longues aiguilles blanches, un sel double de soude et d'un principe amer auquel il donne le nom de *margosine* et qui ne serait autre que l'*azédérine* de PIDDINGTON. D'autre part, il sépare de l'huile amère des graines de l'*acide margosique*.

LÉPINE retire du tourteau une résine jaune, friable et amère (1861).

FLÜCKIGER et HANBURY constatent que, dans une infusion de l'écorce entière, le tannin des couches externes précipite le principe amer qui semble localisé dans les parties libériennes.

BROUGHTON, à la suite de recherches faites en 1872, conclut à l'absence d'alcaloïde dans cette écorce et met en évidence une résine neutre, de teinte brun sombre, qui serait le principe actif et différerait de la substance amère de la graine.

HANAUSEK publie, sous le nom erroné de *Melia Azedarach*, un examen microscopique de l'huile sans intérêt (1878).

En 1888, WARDEN fait une savante étude de l'huile qu'il considère comme formée de glycérides stéarique, oléique et probablement laurique, les acides volatils étant constitués en majeure partie par l'acide butyrique et des traces d'acide valérique. Il en extrait une résine neutre, amère, de couleur ambrée pâle et deux résines acides, l'une rouge et l'autre jaune. Il note également la présence dans cette huile de 0,427 % de soufre, dû au composé allylé qui lui donne son odeur alliagée spéciale et trouve aussi, dans le tourteau, une résine neutre.

Nous devons à BRANNT quelques analyses du tourteau et à LEWKOWITSCH un nouvel examen de l'huile.

Citons enfin, les recherches plus récentes de MEININGER sur la composition de la gomme (1910).

Description. — L'*Azadirachta indica* est un bel arbre d'ornement, toujours vert, atteignant une hauteur de 10 à 20 mètres et un diamètre parfois considérable.

Le tronc, droit et élancé, présente, sous une écorce rugueuse et crevassée, un bois très dur, de grain assez fin, dont l'aubier est blanc jaunâtre, le cœur rougeâtre et veiné de rose. Les rameaux sont glabres et tirent sur le brun.

Les feuilles sont alternes, composées, monopennées, avec ou sans impaire (celle-ci tombant la plupart du temps), longues de 20 à 30 cm. Le pétiole, nu sur une longueur d'environ 7 cm. est faiblement renflé à la base. Sur le rachis, s'insèrent en moyenne 6 paires de folioles glabres, opposées, courtement pétiolulées, longues de 7 à 8 cm., larges de 2 à 2,5 cm., minces, arquées, nettement asymétriques à la base, dentées en scie, terminées en longue pointe. La nervure médiane plus saillante à la partie inférieure, divise chaque foliole en deux lobes inégaux et donne naissance à 13-15 paires de nervures secondaires subopposées ou alternes. L'impair, quand elle subsiste, est régulière, dentée et située à l'extrémité d'un pétiolule d'environ 1 cm.; elle mesure de 3,5 à 4,5 cm. de longueur sur 1,5 à 2 cm. de largeur.

Les fleurs sont blanches ou blanc jaunâtre, en panicules axillaires. Elles sont construites sur le type 3, mais, d'après DE JUSSIEU, il s'en rencontre quelquefois sur le type 4.

Le calice est formé de 5 sépales imbriqués, arrondis et la corolle de 5 pétales libres, obovales-oblongs, à préfloraison enroulée : tous deux sont légèrement pubéruleux à l'extérieur.

Les étamines au nombre de 10, sont réunies en un tube partagé en 10 lobes à son extrémité ; les 10 anthères, oblongues, et sessiles, sont opposées aux lobes.

Le disque est nul, l'ovaire globuleux et formé de 3 loges contenant chacune 2 ovules collatéraux, pendants : le style cylindrique est surmonté d'un stigmate partagé en 3 lobes coniques.

Le fruit est une drupe, jaune rougeâtre quand elle est mûre, à endocarpe ligneux mince, contenant ordinairement une seule graine.

L'arbre, dans les pays d'origine, fleurit et fructifie deux fois par an.

Il en existe, paraît-il, deux variétés : l'une (*Karin-veppa*) se distingue par son feuillage d'un vert foncé qui lui donne une apparence plus sombre ; l'autre (*Arjya-karin-veppa*), d'un vert plus clair, donnerait l'écorce employée sous le nom de *Malabar-Kina*.

Usages. — PROPRIÉTÉS MÉDICINALES. — Les noms donnés à cette plante semblent indiquer un emploi fréquent comme remède : *Nimba* vient, en effet, de saupoudrer, jeter en gouttes ; *Arishta* veut dire : qui met la maladie à la porte, et *Pichumarda* : qui guérit la lèpre.

Les diverses parties de cet arbre entraînent en effet dans un grand nombre de médecines hindoues, dont les plus connues sont le *Pancha nimba gudika*, le *Pancha kasháya* et le *Pancha tikta ghríta*, ce dernier désigné encore sous le nom de « cinq amers ».

Le caractère sacré de l'arbre n'est sans doute pas complètement étranger aux vertus qui lui furent attribuées. Toutefois, à côté de propriétés imaginaires ou douteuses, il en est de réelles qu'il faut se garder de passer sous silence.

C'est ainsi que l'écorce possède une action fébrifuge qui lui valut d'entrer dans la composition de l'*Amristáshtaka* des Hindous.

WHITE, en 1813, constate le succès obtenu par cette drogue comme succédané du quinquina ; FOULES, en 1855, recommande de l'employer pulvérisée par doses répétées toutes les 3 ou 4 heures ; JADUBCHUNDER SETT de Bareilly, en 1856, préfère l'extrait ; CORNISH et WYNDOWE prétendent enfin qu'il faut la considérer comme presque aussi active que les vieux remèdes (quinquina et arsenic).

En somme, cette écorce a la réputation d'un bon antipériodique, se recommandant principalement comme antithermique durant les crises fébriles et comme tonique dans les cas de débilité générale et de convalescence après fièvre.

La poudre se prépare avec les seules couches internes qui représentent la partie active. BROUGHTON recommande la teinture ; mais, d'après lui, seule la décoction est usitée dans les pays d'origine, la religion des indigènes leur interdisant l'usage de l'alcool.

La *Pharmacopée de l'Inde* donne la formule du décocté et de la teinture.

La racine jouit de propriétés abortives et emménagogues.

La gomme qui exsude du tronc et des branches, adoucissante, tonique et stomachique, semble préférable à la gomme arabique dans les affections catarrhales accompagnées de grande faiblesse.

Les jeunes arbres fournissent une sorte de *toddy* ou sève fermentée appelée *Vaypumkhulloo* et considéré comme stomachique, rafraîchissant, etc.

D'après WIGHT, les feuilles, réduites en pulpe et appliquées en cataplasmes font disparaître les éruptions pustuleuses et, suivant, GRANT et DUNBAR, elles sont efficaces dans les cas d'eschares ulcéreuses. Elles peuvent déterminer de l'irritation et des douleurs ; pour éviter cet inconvénient, la *Pharmacopée de l'Inde* prescrit de les mélanger avec parties égales de fleur de riz ou de farine de lin.

Les feuilles fraîches, contusées avec de l'eau, dégagent l'odeur de l'essence de moutarde, ce qui en fait un antiseptique léger. L'infusion chaude passe pour réduire les glandes enflées, les meurtrissures, les entorses. Le suc frais est administré, avec du sel, contre les vers intestinaux et, avec du miel, dans les maladies de peau et la jaunisse.

Les fleurs sèches sont employées dans quelques cas de débilité générale comme tonique stimulant et stomachique.

Le jeune fruit écrasé est pris, en émulsion avec de l'eau, comme tonique et antipériodique ; le fruit mûr comme purgatif et anthelminthique.

Les semences décortiquées, pilées et délayées avec de l'eau, servent à nettoyer la chevelure. Leur décoction passe pour chasser les termites qui attaquent les racines des plantes.

L'huile se prend à l'intérieur comme vermifuge ; d'après BUCHANAN HAMILTON, à Madras et aux environs, elle est donnée aux femmes immédiatement après l'accouchement, à la dose d'une once. A l'extérieur, c'est un stimulant local utilisé en applications contre les maladies de peau, les ulcères, les rhumatismes. Avec l'huile de *Chaulmoogra*, elle est préconisée dans le traitement de la lèpre. Ses propriétés antiseptiques permettent de la faire entrer avec avantage dans la préparation des savons médicamenteux.

USAGES DOMESTIQUES — Les feuilles sont employées pour protéger les vêtements et les livres des insectes, mais elles doivent être assez souvent renouvelées. Leur saveur amère et aromatique est appréciée pour la confection de certains mets indigènes, en particulier du *curry*. Les brahmanes ont l'habitude de préparer, avec le jus de ces feuilles, une sauce qu'ils appellent *karil* et qu'ils mangent avec du riz.

La pulpe douce-amère du fruit est alimentaire à Bombay ; elle serait douée de propriétés enivrantes.

L'huile sert dans les classes pauvres pour l'éclairage, quoiqu'elle fume beaucoup. Les femmes s'en mettent sur les cheveux pour

chasser la vermine et se parfumer. Elle est également utilisée en savonnerie locale

Le tourteau, qui a des propriétés insecticides, est usité comme engrais, ainsi que les feuilles et les rameaux de l'arbre.

L'écorce donne des fibres de peu de valeur, mais dont se contentent cependant les fabriques indigènes de corde.

Le bois est dur et lourd, aussi durable que celui du camphrier ; les insectes ne l'attaquent pas. Il sert à la fois pour les constructions navales et les travaux de menuiserie et d'ébénisterie ; c'est de plus un bon combustible.

PRATIQUES RELIGIEUSES. — L'*Azadirachta indica* fut, de tout temps, considéré comme un arbre sacré par les Hindous. Son bois est réservé pour la fabrication des idoles. Ses branches et ses feuilles ont leur rôle dans les cérémonies religieuses. La légende assure que, lorsque l'*amrita* ou ambroisie, à la fois semence de vie et eau génératrice, fut transportée de ce bas monde jusqu'au ciel pour l'usage des dieux, il en tomba quelques gouttes sur cet arbre.

Par sa seule présence, il s'est supposé améliorer la santé des habitants du voisinage, en éloignant la maladie et le choléra. Dormir dessus chasse la fièvre, et les indigènes prétendent se guérir de la syphilis en remuant l'air avec ses branches. Les Hindous mangent, le premier jour de l'an, cinq à huit feuilles d'*Azadirac* afin de se préserver des maladies.

BUCHANAN relate qu'une fois tous les deux ou trois ans, les Coramas d'un village se rassemblent et achètent un vase de métal dans lequel ils placent cinq feuilles de *Nim* et une noix de coco. Ils couvrent le tout de fleurs et l'arrosent d'eau de bois de santal, puis l'exposent dans un petit abri temporaire, pendant trois jours. Durant ce temps, le peuple festoie et sacrifie des agneaux et du gibier à la déesse *Mariama*. Les trois jours écoulés, le vase est jeté à l'eau. Cette pratique est connue dans d'autres parties de l'Inde sous le nom de *Ghastasthapan* ; le peuple se flatte d'éviter ainsi la mauvaise chance et d'éloigner la maladie.

Dans certaines tribus, la coutume veut, qu'en signe de tristesse, les gens se mettent dans la bouche des feuilles d'*Azadirachta* en revenant des funérailles. Elles seraient employées par les hommes sacrés pour résister aux éléments de beauté. Suivant Hové, les Gentows ont pour cet arbre un culte comparable à celui qu'ils ont voué au *Ficus religiosa* ; leurs femmes nues l'invoquent et accomplissent chaque matin alentour les mêmes cérémonies.

§ II. — *Etude de la graine.*

Caractères macroscopiques. — Les semences d'*Azadirachta* des Indes que nous avons examinées mesurent en moyenne, y compris la coque ligneuse qui les enveloppe et qui provient de l'endocarpe, 1,3 à 1,5 cm. de longueur sur 0,6 à 0,9 cm. de largeur et pèsent environ 0 gr. 19.

Leur forme générale est obovale-pointue mais irrégulière : l'un des côtés reste à peu près plan, tandis que l'autre est fortement convexe ; l'une des extrémités est arrondie ; l'autre, située en face du micropyle, se termine en pointe.

La partie lignifiée (coque) montre en coupe transversale deux zones bien distinctes : l'extérieure est de teinte jaune pâle (n° 146, 128 C, 128 D Code K. et V.) (1) ; l'intérieure, plus lisse, se distingue surtout par sa coloration qui tire sur le jaune paille franc.

Ordinairement, le noyau ne renferme qu'une loge par avortement des deux autres ; par exception, il y a quelquefois deux loges sur trois qui se développent et par suite deux graines séparées par une cloison mince.

La graine a sensiblement la même forme que le noyau ; elle est recouverte d'un tégument brunâtre (n° 113 Code K. et V.) plus ou moins ridé par la dessiccation.

L'amande est constituée par deux cotylédons huileux, d'une couleur blanc jaunâtre ; l'embryon est petit ; la radicule, très nette, fait à l'extérieur une petite saillie en pointe. Il n'y a pas d'albumen.

Les semences broyées répandent une odeur alliagée : si les graines ne sont pas récoltées de suite, elles fermentent ; la masse cotylédonaire devient noire et l'odeur s'accroît fortement.

Caractères microscopiques. — La coupe transversale présente les éléments suivants (voir fig. 13).

La coque endocarpienne est, comme nous l'avons vu, formée de deux parties. L'extérieure, de beaucoup la plus importante, se compose de cellules sclérifiées polyédriques ou arrondies, parfois allongées, fort irrégulières, à parois minces et canaliculées, à large lumen. La partie interne, peu épaisse, est constituée uniquement par des cellules allongées en forme de fibres offrant, quand on les observe tangentiellement, l'aspect d'un lacs inextricable.

Le tégument séminal débute par un épiderme à cellules d'apparence régulière qui, vues de face, sont nettement hexagonales ;

(1) KLINCKSIECK et VALETTE. — Code des Couleurs. Paris 1908.

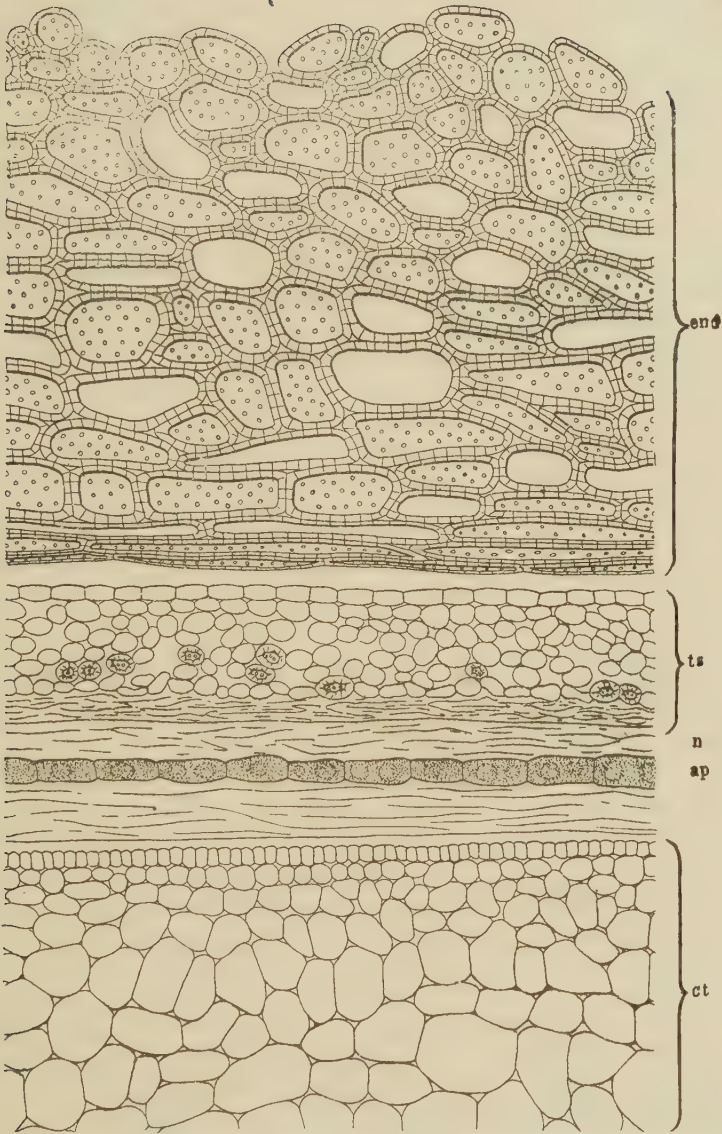


FIG. 13. — Coupe transversale d'une semence d'*Azadirachta indica* de Jussieu.

end, endocarpe scléreux ; *ts*, tégument séminal à tissu lâche avec çà et là de petites cellules scléreuses ; *n*, couche d'origine nucellaire ; *ap*, assise protéique recouvrant les restes de l'albumen ; *ct*, tissu cotylédonaire.

vient ensuite un tissu lâche dont les éléments cellulósiques sont très variables d'aspect et de dimensions et dans lequel se remarquent de petites cellules scléreuses isolées ou groupées en îlots par deux ou trois ; quelques assises de tissu écrasé le terminent.

Au-dessous se distinguent : une nouvelle couche de tissu écrasé, très vraisemblablement d'origine nucellaire.

L'assise protéique est parfaitement nette et le reste de l'albumen est représenté par quelques éléments écrasés ; le reste de la coupe correspond à la masse cotylédonaire. L'épiderme des cotylédons, facile à distinguer, est constitué par de fines cellules régulièrement rangées dans le sens radial.

Les réactifs usuels du tannin (perchlorure de fer, bichromate de potasse) et de l'amidon (eau iodée) sont sans action sur les diverses parties de cette graine. Les cotylédons seuls sont vivement colorés par les réactifs des corps gras (en rouge par l'orcanette acétique et le Sudan III, en noir par l'acide osmique). Ils sont composés de cellules irrégulières où l'huile apparaît en gouttelettes (au nombre d'une ou deux par cellule), ordinairement situées près des parois ; les grains d'aleurone sont sans enclave.

Composition. — Les semences d'*Azadirachta* des Indes sont enveloppées dans une coque ligneuse endocarpienne dont la totalité (48,9 %) est sensiblement égale à celle de l'amande (51,1 %). En les épuisant par l'éther de pétrole, les amandes seules nous ont fourni 47,12 % de matière grasse, soit 24,08 % pour la graine entière.

L'huile ainsi préparée avec des graines saines est jaune pâle et d'odeur alliagée, solide ou semi-fluide avec un dépôt plus ou moins abondant suivant la température. Elle fond à 25-28° et se solidifie à 9°.

L'huile des graines fermentées est d'autant plus noire et d'odeur d'autant plus forte que l'altération est plus avancée.

§ III. — *Produits industriels.*

Huile, acides gras et savons. — L'huile industrielle de *Neem* provenant toujours de graines en partie fermentées est de couleur brun-noir. Liquide en été, elle devient granuleuse pendant l'hiver. Fondue, puis refroidie à une température suffisante, elle se présente en masse noire d'aspect uniforme. Elle fond à 26-29° et se solidifie vers 9°5. Son odeur est fortement alliagée.

Les acides gras extraits sont brun-clair, d'apparence à peu près

homogène. Les points de fusion et de solidification sont respectivement : 44-45°5 et 35°8.

Les indices de saponification sont les suivants :

	Huile	Acides gras
(exprimés en KOH)	201,7	182,4
(exprimés en NaOH)	144,0	130,2

Les savons potassiques que nous avons obtenus sont de teinte brun-foncé et d'odeur forte. A la longue, de petites étoiles de cristallisation apparaissent çà et là. Ce phénomène se produit rapidement dans le savon d'acides gras ; le savon d'huile au contraire, grâce à la glycérine qu'il renferme, est beaucoup plus réfractaire à cette action. Ils ne sauraient convenir à la préparation des savons mous commerciaux.

Les savons sodiques, aussi bien d'huile que d'acides gras, sont d'un brun-pâle peu accentué vu la couleur de l'huile et d'odeur suffisamment atténuée pour n'être pas désagréable. Leurs propriétés antiseptiques naturelles semblent devoir leur permettre d'entrer avec succès dans la composition de certains savons médicamenteux.

Tourteau. — CARACTÈRES MICROSCOPIQUES. — Le tourteau d'*Azadirachta* présente les éléments suivants (voir fig. 14.) :

1° *Des débris scléreux de la coque*, formés de cellules à parois peu épaisses, finement canaliculées, ovales, arrondies, ou allongées, parfois anguleuses quand il s'agit de la partie externe, longues et minces, enchevêtrées lorsqu'elles proviennent des couches profondes.

2° *Des débris du tégument séminal*, apparaissant presque toujours recouverts de petites cellules scléreuses isolées ou en îlots. Les uns, qui sont des fragments de l'épiderme, se reconnaissent à leurs cellules hexagonales, juxtaposées sans méats, les autres à leur tissu lâche constitué par des cellules irrégulières et entraînant parfois des portions de tissu écrasé.

3° *Des débris des cotylédons* ; ce sont ordinairement des morceaux de la masse cotylédonaire dont les cellules sont irrégulières, petites ou grandes, sans caractères spéciaux et qui portent parfois de petites cellules de l'épiderme, d'aspect quadrangulaire quand elles sont vues de face.

A noter l'absence d'amidon, de tannin et de cellules sécrétrices spéciales ; ces caractères négatifs pourront être de quelque utilité dans la détermination d'un échantillon.

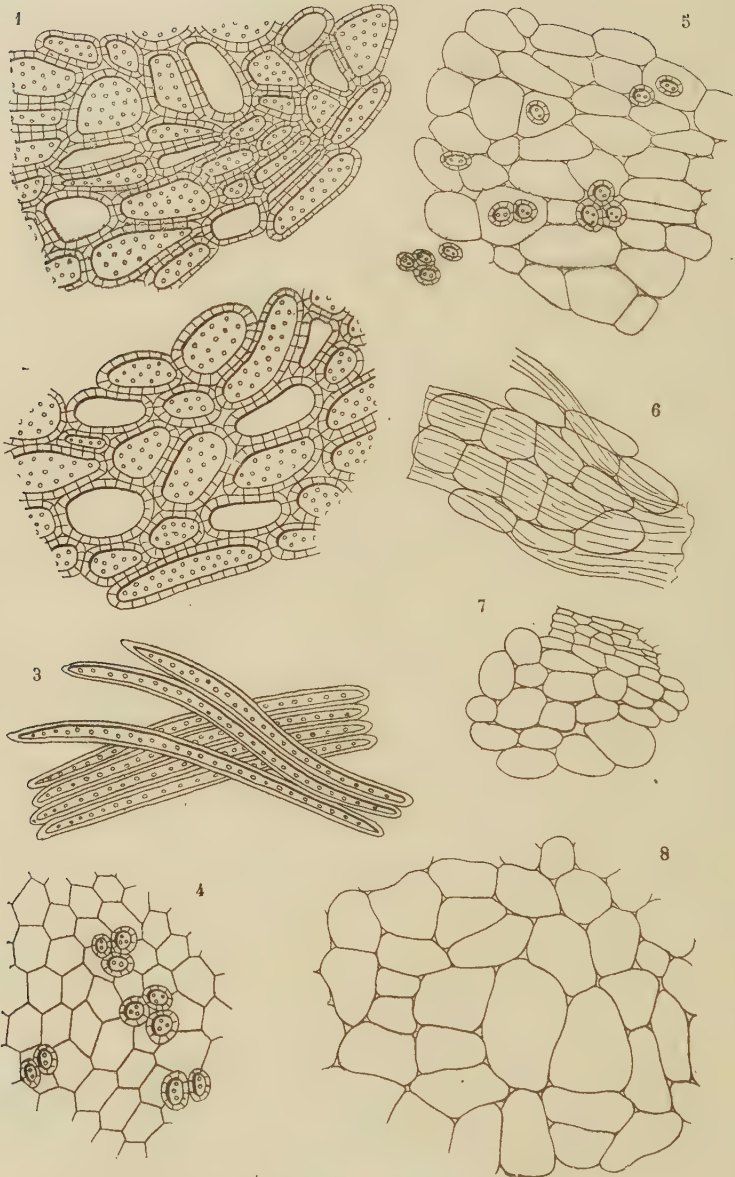


FIG. 14. — Tourteau d'*Azadirachta indica* de Jussieu.
1, 2, partie externe de l'endocarpe ; 3, partie interne ; 4, 5, 6, débris du
tégument séminal ; 7, 8, fragments des cotylédons.

COMPOSITION CHIMIQUE. — Les analyses de BRANNT permettent de se faire une idée de la composition de ce tourteau et de sa richesse en produits utiles (azote et phosphates). Cet auteur a trouvé pour 100 parties :

Eau.....	6,08	9,93
Matières organiques.....	84,50	83,15
Azote de ces matières.....	5,07	5,41
Cendres.....	9,42	6,92
Phosphates en P^2O^5	1,40	1,33

EMPLOI. — Si l'odeur particulièrement forte du tourteau d'*Azadirachta* ne permet pas de l'utiliser dans l'alimentation des bestiaux, elle le fait classer parmi les tourteaux insecticides naturels. Il se recommande donc spécialement pour les besoins de l'agriculture ; dans les pays d'origine, il est, du reste, largement mis à contribution et souvent additionné, comme nous l'avons dit, des rameaux et des feuilles de l'arbre qui jouissent des mêmes propriétés.

Principales Indications Bibliographiques concernant *l'Azadirachta indica* de Jussieu.

GARCIA D' ORTA. Colloquios dos simplese drogas e medicinas da India, d'après l'édition de 1563, Lisbonne 1872, p. 153.

CHRISTOVAL ACOSTA. Trattara della historia, natura et virtu delle Droghe Medicinali, Venise 1583, p. 214 (d'après l'édition espagnole de Burgos 1578).

VAN RHEEDE. Horti Indici Malabarici, Amsterdam 1678-1703, 4, p. 107, pl. 52.

JOANNIS BURMANI. Thesaurus Zeylanicus. Amsterdam 1737, p. 40, pl. 15.

LINNÉ. Species plantarum, 1753, 1, p. 385.

A. L. DE JUSSIEU. Genera plantarum, Paris 1789, p. 263.

C. L. WILLDENOW. Species plantarum, Berlin 1789, 2, p. 559.

AINSLIE. Materia Medica of Hindostan, Madras 1813, p. 164.

AINSLIE. Materia Medica, Londres, 1826, 1, p. 453.

ADRIEN DE JUSSIEU. Mémoire sur le groupe des Méliacées. Paris 1830, p. 55, 68, 145, pl. 2, n° 5.

LAMARCK et MIRBEL. Histoire naturelle des végétaux classés par familles, Paris 1830, 12, p. 120.

WILLIAM ROXBURGH. Flora Indica, d'après l'édition de 1832, Calcutta 1874, p. 368.

WIGHT. Icones plantarum Indiae orientalis, Madras 1840-1856, 1, pl. 17.

LANDERER. Ueber Azadirachtin als Fiebermittel. *Oesterreichische Zeitschrift für Pharmacie*, Vienne 1854, 8, p. 157.

WIGGERS. Melia Azadirachta. *Constatt's Jahresbericht der Pharmacie*, 1854, 14, p. 57.

CORNISH. *Indian Annals of Medical science*, Calcutta 1857, 4, p. 104.

LÉPINE. Notes sur quelques huiles peu connues du sud de l'Inde. *Journ. Pharm. et Chim.*, Paris 1861, 3^e série, 40, p. 16.

WARING. Pharmacopœia of India, Londres 1868, p. 53, 443.

BROUGHTON. Chemical examination of the bark of the Azadirachta indica. *Pharmaceutical Journal and Transactions*, Londres 1873, 3^e série, 3, p. 992.

HEBER DRURY. The useful plants of India, Londres 1873, p. 59.

FLÜCKIGER & HANBURY. Pharmacographia, Londres 1874, p. 135.

C. COOKE. Gums, Resins, Oleo-resins and resinous products, Londres 1874, p. 9.

C. COOKE. Oil seeds and Oils. Londres 1876, p. 57.

UDOY CHAND DUTT. The Materia Medica of the Hindus, Calcutta 1877, p. 136.

DE CANDOLLE. Monographiæ Phanerogamarum, Paris 1878, **1**, p. 459.

ED. HANAUSEK. Oel von Melia Azedarach. *Zeitschrift des allgemeinen Oesterreichischen Apothekervereines*, Vienne 1878, **16**, p. 111.

DE GUBERNATIS. La Mythologie des plantes, Paris 1878, **1**, p. 32.

ROBERT BENTLEY & HENRY TRIMEN. Medicinal plants, Londres 1880, **1**, n° 62.

GAMBLE. A manual of India timbers, Calcutta 1881, p. 69.

JAMES A. MURRAY. The plants and drugs of Sind, Londres 1881, p. 84.

HENRI LAFITE. Neue Arzneimittel. *Pharmaceutische Zeitschrift für Russland*, Saint-Petersbourg 1887, **26**, n° 38, p. 593.

WARDEN. Margosa oil. *Pharmaceutical Journal and Transactions*, Londres 1888-89, 3^e série, **19**, p. 325.

DUJARDIN-BEAUMETZ et EGASSE. Les plantes médicinales, Paris 1889, p. 448.

DYMOCK, WARDEN & HOOPER. Pharmacographia Indica, 1890, **1**, p. 322.

WATT, Dictionary of the economic products of India, Calcutta 1891 **5**, p. 211.

GRISARD et VANDEN-BERGHE. Les Bois industriels, Paris 1893, **1**, p. 274.

HENRY KRAEMER. The Materia Medica of Ceylon. *The American Journal of Pharmacy*, 1894, **66**, p. 535.

— *Verzeichniss neuer Arzneimittel*, Dresde 1896. Septembre, d'après *Jahresbericht der Pharmacie* 1896, **31**, p. 141.

— *The National Druggist*, Saint-Louis 1897, n° 12, d'après *Jahresbericht der Pharmacie* 1897, **32**, p. 145.

ENGLER & PRANTL. Die natürlichen Pflanzenfamilien, Leipzig 1897, 3^e partie, **4**, p. 288.

— *Pharmaceutical Journal and Transactions*, Londres 1903, 4^e série **16**. Mosquito plants, p. 659. Nim leaves as an insecticide, p. 755.

LEWKOWITSCH. Some Indian oils. *The Analyst* 1903, **28**, p. 342.

HEFTER. Technologie der Fette und Oele, Berlin 1908, **2**, p. 648.

WATT. The commercial products of India, Londres 1908, p. 780.

E. MEININGER. Beitrag zur Kenntniss einiger Gummiarten. *Archiv der Pharmazie*, Berlin 1910, **248**, p. 171.

LECOMTE. Flore générale de l'Indo-Chine, Paris, Mars 1911, **1**, fasc. 7, p. 730.

CHAPITRE II.

Melia Azedarach Linné.

(Lilas de Perse).

Syn. — *Azedarach Commelini* Medic., *Azedarach odoratum* Noronha., *Azedarach sempervirens* Kuntze, *Melia angustifolia* Schum. et Thonn., *M. australis* Sweet, *M. Bukayun* Royle, *M. cochinchinensis* M. Roem., *M. Commelini* Medic., *M. composita* Benth., *M. florida* Salisb., *M. guineensis* G. Don, *M. japonica* G. Don, *M. orientalis* M. Roem., *M. sambucina* Blume, *M. sempervirens* Sweet.

Noms indigènes. — FR. Azédarach commun, Lilas de Perse, Lilas des Indes, Lilas de Chine, Laurier grec, Arbre à chapelets ; ANGL. : Persican Lilac, Indian Lilac, Barbados Lilac, Common bead tree, Pride of China, Pride of India ; ALL. : Paternosterbaum ; HOLL. : Onzevaderboom ; Paternosterboom ; AFR. PORT. : Bombolo ia n'puto ; CONGO INDÉP. : Lilas des Falls ; GUADELOUPE : Lilas du pays, Arbre saint, Arbre à chapelets ; MEX. : Arbol paraiso, Lila, paraiso morado ; PARAGUAY et RÉP. ARG. : Paraiso ou paradisier ; VÉN. : Alclí ; TAITI : Tira ; COCH. : Faux camphrier, faux sycomore ANNAM : Săn-dân, chaun-mou, hou liên, xûn liên, Yû môù ; INDO-CHINE : Xoan, *variétés* : Xoan-ha et Xoan-trang ; JAP. : Senn-dan, Shen-lien, Sen-yoo-si ; IND. NÉERL. : Kakera, Kikera, Mindi ; ARAB. : Hal-ul-bân ; MAL. : Mullay-vaempû ; SING. : Maha-nimba, lunu-midella ; BIRM. : Ta-ma-ka, Ka-ma-ka ; BENG. : Ghoránim, mahà-nim ; ASSAM : Thamaga ; BOMB. : maha-limbo, drek, bakayan, wilayati nim ; SIND. : Bakayun, drek ; NEPAUL : Bakainù ; GUZ. : Bakan limbodo ; SANSC. : Maha-nimb, Mahanimba, himadruma, parvata-nimba-wirkshaha ; HIND : Bakain, drék, bakáyan, betain, dreikna, bakaya, maha-nimb ; DEC. : Gouri-nim, goulí-nim ; TAM. : Malai-vembu, malai-veppam ; TEL. : Turaka vepa, taraka vepa, makanim, konda-vepa.

Répartition géographique. — Le *Melia Azedarach* paraît originaire de l'Himalaya où il se rencontre à l'état sauvage entre 750 et 1000 mètres d'altitude. Il aurait été introduit dans les régions méridionales des Indes par les Mahométans ; mais certains auteurs lui assignent comme patrie le nord des Indes, la Perse et la Chine. De l'Europe méridionale, où il a été importé, le *M. Azedarach* a été acclimaté aux Etats-Unis, après la colonisation de la Caroline et de la Géorgie ainsi qu'en Océanie, régions dans lesquelles il est aujourd'hui abondamment répandu.

Cette espèce croît rapidement, même dans les terrains peu riches ; cependant les endroits à sous-sol très humide ne lui conviennent guère, car ses racines pourrissent assez facilement.

§ I. — Généralités.

Historique. — L'*Azédarach* commun semble avoir été connu de toute antiquité ; il ne faut toutefois pas le confondre avec le *Melia* d'HIPPOCRATE et de THÉOPHRASTE qui désignent sous ce nom le « frêne. »

Les écrivains chinois en parlent déjà bien avant l'ère chrétienne.

LI SHI-CHEN le cite dans son livre *Shen nung Pen ts'ao king* qui est une sorte de Matière Médicale et signale l'emploi en médecine des diverses parties de la plante. Dans *Ming i pie lu*, il indique les contrées où il croît. Plus tard, T'AO HUNG-KING mentionne l'emploi des feuilles pour éloigner le démon.

L'*Azédarach* était également très apprécié par les Arabes et les Persans.

Au XVII^e siècle, JEAN COMMELINO, dans son *Histoire des plantes les plus rares du Jardin médical d'Amsterdam*, nous donne, quoique sous le nom erroné d'*Azadirachta indica*, une figure de cette plante accompagnée d'un commentaire. Les feuilles nettement bipennées et le fruit contenant plusieurs semences ne permettent pas de s'y tromper.

A peu près à la même époque (1700) JOSEPH-PITTON TOURNEFORT groupe en un tableau dans son *Institutiones Rei herbariæ* le fruit et les fleurs de l'*Azédarach* qu'il range dans sa « Section des arbres à fleurs en rosaces, dont le pistil se change en un fruit multicapsulaire. »

BURMANN dans le *Thesaurus Zeylanicus* (1737) énumère les différents noms donnés par les auteurs à cet arbre, afin de le distinguer de l'*Azadirac* de l'Inde.

LINNÉ, dans le *Genera plantarum* (1743), et le *Species plantarum* (1753), le classe dans la « décandrie monogyne », le décrit et lui fixe le nom de *Melia Azedarach* de Syrie en distinguant une variété *sempervirens* qui croît à Ceylan.

Un certain nombre d'auteurs, SCHWARTZ en tête, ont voulu néanmoins faire du *Melia sempervirens* une espèce distincte. WILLDENOW et ROXBURGH adoptent également cette opinion. Toutefois, leurs raisons, d'ordre secondaire, n'ont pas prévalu.

En 1833, RICORD-MADIANNA donne une étude chimique des fruits d'*Azédarach*, où il n'y aurait du reste absolument rien à retenir s'il ne signalait le premier leur faible teneur en huile. Jusque là à la suite de la confusion avec l'*Azadirachta indica*, les auteurs, se copiant les uns les autres, lui attribuaient des rendements

fantaisistes mais toujours élevés en « huile de Margosa » allant de 50 à 60 %. Or, dans cette analyse, que nous ne recommanderions pas comme un chef-d'œuvre d'exactitude, l'auteur trouve seulement 2,5 d'huile pour 80 de produit sec. Néanmoins, il ne cherche pas à détruire l'opinion reçue ; ne tenant compte ni de la faible quantité de matière grasse, ni de la difficulté de l'extraction (due à la présence d'un noyau très dur) qui s'oppose à la fabrication industrielle de cette huile, il décrit après DESCOURTILZ : « *Ces baies contiennent une huile concrète dont on fait des bougies en Perse et en Syrie et de laquelle on se sert aussi en peinture.* »

HANAUSEK, dans une petite note, parue en 1878, et SCHAEGLER, dans sa *Technologie* (1883), continuent à propager l'erreur déjà signalée.

D'autre part, JOE JACOBS, isole de l'écorce de la racine une résine qu'il considère comme étant le principe actif (1879).

OKAMURA extrait du bois 2 gr. 63 % de gomme (1895) et BOUQUILLON-LIMOUSIN retire de la tige un alcaloïde qu'il appelle *paraisine* (1895).

Enfin, en 1902, OUDENAMPSEN fait une étude sérieuse de l'écorce de la tige où il caractérise : des traces d'huile essentielle, une saponine, une résine, de la phytostérine, de l'acide azédarachique, un phloroglucotannoïde et un phlobaphène.

Il faut arriver à FENDLER et SPEISER (1904) pour retrouver une description des véritables fruits et une analyse exacte de l'huile.

Description. — Le *Melia Azedarach* est un bel arbre d'ornement ayant 12 à 15 m. de hauteur et 40 cm. environ de diamètre, à tronc assez court, dressé, à couronne large. Les jeunes plants, dès l'âge de 4 à 5 ans, peuvent atteindre 6 à 7 m. de haut et parfois 0,25 cm. de diamètre ; ils portent toute l'année des fleurs et des fruits.

Les racines, sous une écorce rougeâtre qui s'enlève facilement, présentent un bois d'un blanc sale dont l'odeur rappelle celle du poireau.

L'écorce du tronc est grise et d'aspect uni, l'aubier blanc-jaunâtre et le cœur de couleur rouge clair. Il en exsude une gomme brune adhésive, qui se concrète en larmes irrégulières, d'aspect trouble, friables, solubles dans l'eau.

Les feuilles sont alternes, composées bipennées avec une impaire, longues de 30 à 40 cm. Le pétiole, nu sur une longueur d'environ 40 cm., est faiblement renflé à la base. Sur le rachis, s'insèrent 3-5 paires de folioles opposées impari-pinnulées, longues de 10 à 18 cm.

à 3-5 paires de pinnules opposées, pétiolulées, subovales, lancéolées, légèrement asymétriques à la base, dentées en scie, terminées au sommet en pointe aigüe (spécialement longue dans le cas de l'impaire) mesurant en général de 4 à 8 cm. de long sur 1 à 2 cm. de large. La nervure médiane est un peu plus saillante à la face inférieure et divise chaque foliole en parties sensiblement égales; elle donne naissance à 12-16 paires de nervures secondaires subopposées ou alternes.

Les fleurs d'un blanc violacé, d'odeur aromatique rappelant le lilas, sont disposées en panicules axillaires et construites ordinairement sur le type 3, rarement sur le type 4 ou 6 (1).

Le calice est formé de 5 sépales soudés à la base, petits, ovales-aigus, pubéruleux à l'extérieur; la corolle comprend 5 pétales libres, longs, linéaires, lancéolés.

Les étamines, au nombre de 10, sont réunies en un tube de couleur violet franc, découpé à son extrémité en 20 segments, glabre à l'extérieur, à côtes légèrement velues à l'intérieur où s'insèrent 10 anthères oblongues-elliptiques.

L'ovaire surmonte un disque annulaire très court; il est globuleux, ordinairement à 5 loges (assez souvent à 6, plus rarement à 4) contenant chacune deux ovules superposés dont le supérieur avorte fréquemment. Le style, de longueur égale (ou presque) au tube terminal, est terminé par un stigmate à 5 petites dents.

Le fruit est une drupe ovoïde, fortement ridée à maturité, de couleur brun jaune ou rouge brun. Ramolli dans l'eau, il se gonfle et peut atteindre la grosseur d'une petite cerise. Sous la partie charnue se trouve un noyau très dur, constitué par l'endocarpe à 4, 5 ou 6 côtes selon le nombre de loges de l'ovaire dont il provient. Ce noyau contient autant de loges qu'il y a de côtes, mais, souvent, plusieurs sont vides par avortement; les autres renferment de petites graines ellipsoïdes, à enveloppe brun noir.

Usages. — PROPRIÉTÉS MÉDICINALES. — L'écorce de la racine, quand elle est fraîche est réputée anthelminthique. D'après la *Pharmacopée de l'Inde*, le meilleur mode d'administration est la décoction.

L'Américain JOHN MILES a proposé son usage, sous forme d'extrait fluide ou de sirop vanillé, pour en faciliter l'absorption.

JOE JACOBS se rallie à cette opinion; il a également employé avec succès la résine extraite par lui, suivie d'un purgatif mercu-

(1) C'est plus fréquemment sur l'ovaire seul que s'observe cette particularité.

riel. Toutefois, d'après cet auteur, les préparations d'écorce de racine fraîche obtenues en Mars-Avril, quand la sève est ascendante ont provoqué des accidents (stupeur, dilatation de la pupille, etc.) qui ont disparu néanmoins sans léser le système nerveux.

D'après AINSLIE, la sève de cet arbre servirait à la fabrication d'un *toddy* réputé stomachique par les médecins hindous.

L'écorce de la tige est, paraît-il, employée en Chine pour la pêche ; OUDENAMPSEN attribue ses propriétés stupéfiantes à la saponine qu'il y signale. D'après le même auteur, une décoction de cette écorce serait sans action sur des vers de terre.

Les feuilles sont utilisées en emplâtres, seules ou avec les fleurs, contre les maladies éruptives, la lèpre et la scrofule.

Selon LÉMERY, la décoction des fleurs est « apéritive, dessiccative et propre pour les obstructions » ; mais, ajoute RICORD-MADIANNA, comme en ce temps-là, on ne savait guère d'où provenaient les obstructions, on ne doit guère non plus, de nos jours, ajouter foi à ces désobstruants.

En Amérique, les drupes sèches, conservées dans le whisky, sont réputées anthelminthiques.

En Chine, suivant LOUREIRO, on absorberait la décoction des fruits dans du vin.

D'après le botaniste MICHAUX, la pulpe sert, en Perse, mélangée avec de la graisse, à frictionner le cuir chevelu ; cette mixture serait destinée à guérir la teigne et la gale.

Dans le Panjab, les semences sont prescrites contre le rhumatisme. Au Kangra, dans des cas semblables, il est conseillé de les appliquer à l'extérieur mélangées avec des abricots broyés. A Bombay enfin, il suffit de suspendre des chapelets de noyaux au-dessus de sa porte pour se préserver des maladies !

TOXICITÉ. — Un certain nombre d'auteurs attribuent des propriétés toxiques aux diverses parties de l'*Azédarach* et particulièrement aux fruits. D'après RICORD-MADIANNA, « il n'y a pas d'habitant (de la Guadeloupe) qui n'en parle avec crainte devant ses esclaves et qui ne semble appréhender que ses propriétés ne leur soient connues ; mais, ajoute l'auteur, M. le Docteur ORFILA n'en parle point dans son excellent traité des poisons, ce qui m'a fait présumer qu'il ne croyait point cet arbre délétère. » Il fit du reste des expériences sur des chiens, sur un jeune nègre et sur lui-même et démontra que ces assertions sont sans fondement : « J'ai moi-

même, dit-il, mâché et avalé deux de ces fruits que j'ai trouvés fort mauvais, mais qui ne m'ont fait aucun mal. »

USAGES DOMESTIQUES. — Les feuilles sont réputées insecticides et suffiraient pour éloigner les mites du linge.

Une aspersion avec la décoction du fruit protégerait, d'après PÔRCHER, les plantes des chenilles.

Les fruits verts entrent au Texas dans la fabrication du cirage. Enfin, ils furent employés en Géorgie pour l'obtention par fermentation et distillation d'une sorte d'alcool que les indigènes préféraient à ceux de blé et de riz.

Le bois du *Melia Azedarach* est solide, relativement léger, souple et élastique, de texture assez fine pour recevoir un beau poli, mais résistant mal aux intempéries. Il est employé en construction, en menuiserie et surtout pour le charonnage, la confection des instruments aratoires et autres ustensiles d'économie domestique.

La petite quantité de tannin qu'il contient le fait également rechercher pour faire les roues batteuses des manufactures d'indigo.

Il paraît enfin très usité, en Chine et au Japon, pour la fabrication des instruments de musique.

En Cochinchine, les marchands de bois le badigeonnent parfois avec de l'alcool camphré et le font passer pour du camphrier.

PRATIQUES RELIGIEUSES. — Cet arbre a été considéré dans diverses régions comme doué de vertus spéciales. Dans la vieille Chine, les habitants se faisaient, le cinquième jour du cinquième mois, des banderoles de feuilles qu'ils portaient pour chasser l'esprit mauvais.

A Bombay, les indigènes en font des colliers pour éloigner les maladies.

D'après DESCOURTILZ. « en Espagne et en Portugal, ses noyaux très durs, convertis en chapelets, exercent la piété des fidèles de ces beaux climats. »

UTILISATION POSSIBLE EN AGRICULTURE. — Cette espèce a été préconisée pour le reboisement des terres incultes du Congo où elle se plairait bien. Les arbres, dont le bois peut être appliqué à divers usages, serviraient en outre d'ombrage à des plantes délicates (telles que caféiers, pêcheurs, etc).

Les graines semées en pépinière germent bien et les plantules sont repiquées très aisément quand elles ont atteint 30 à 45 cm. de

hauteur. Il suffit de les disposer régulièrement à des distances de 4 mètres, quitte à en enlever quelques-unes plus tard si leur ombre devenait trop épaisse.

D'après WILDEMAN, des essais de plantations de ce genre ont été faits dans la régence de Préanger. Les caféiers de Libéria croissent admirablement sous cet abri d'*Azédarachs*.

En Amérique, JOHN COMMINS avait déjà conseillé l'alternance de cette espèce avec des pêcheurs pour les protéger des insectes.

Il ne faut pas oublier toutefois que le *Melia* souffre lui-même beaucoup du vent et que, fréquemment, il est parasité par les *Loranthus* ainsi que par un petit champignon qui s'attaque particulièrement aux feuilles et que SYDOW a désigné sous le nom de *Cercospora congoensis*.

Il n'en mérite pas moins d'attirer l'attention du planteur, et constitue dans les régions tropicales un bel arbre d'ornement.

§ II. — Etude de la graine.

Caractères macroscopiques. — Les noyaux d'*Azédarach* examinés par nous ont une teinte blanc sale ou blanc jaunâtre (nos 128 B, 128 C, 128 D Code K. et V.); ils mesurent en moyenne 0,7 à 1,3 cm. de long sur 0,5 à 1 cm. de large, pèsent environ 0 gr. 28 et présentent à leur surface 4 à 6 côtes très saillantes.

La partie lignifiée du noyau, est très dure et mesure 1 à 1,5 mm. d'épaisseur. A l'intérieur, se trouvent généralement 5 (plus rarement 4 ou 6) loges séparées par des cloisons et contenant les graines. Un certain nombre, comme nous l'avons fait remarquer plus haut, sont vides par avortement. Leur face interne est d'une couleur jaune brun pâle (n° 129 Code K. et V.) et a un aspect un peu brillant.

Les graines sont petites et allongées; elles ont 6 à 7 mm. de longueur, sur 2 à 3 mm. de largeur. Elles sont pourvues d'une enveloppe brun-noirâtre à l'extérieur, brunâtre à l'intérieur, se brisant aisément.

L'amande est blanche et comprend un albumen et deux cotylédons; l'embryon est de petite taille avec une radicule exserte.

Caractères microscopiques. — En coupe transversale (voir fig. 15), le tégument séminal débute par un épiderme formé de cellules scléreuses, se colorant en vert-jaune par le vert d'iode, dont les parois supérieures et inférieures sont très épaisses et traversées de nombreux canalicules; la partie médiane est entière-

ment occupée par une substance brûnâtre (à laquelle le tégument doit sa coloration), soluble dans l'hypochlorite, insoluble dans

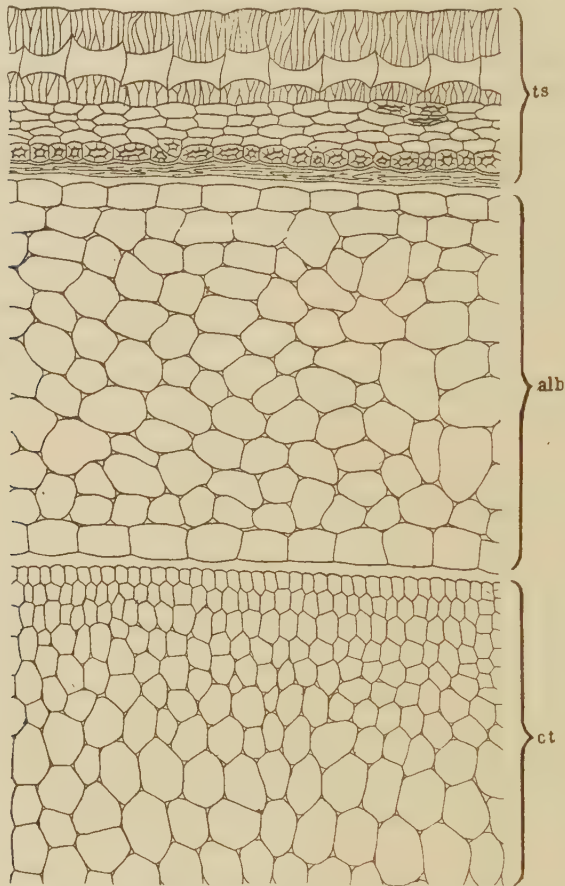


FIG. 15. — Coupe transversale de la graine
MELIA Azedarach Linné.

ts, tégument séminal, l'assise externe est formée de grosses cellules dont les seules parois supérieures et inférieures sont sclérifiées, l'assise interne, mince bande d'éléments scléreux recouvre une couche de tissu écrasé représentant les débris du nucelle ; *alb*, albumen ; *ct*, tissu cotylédonaire.

l'acide chlorhydrique. Vus de face, les éléments scléreux apparaissent nettement hexagonaux. Viennent ensuite quelques assises de cellules* allongées, irrégulièrement superposées, rarement lignifiées ; puis une bande de petits éléments scléreux colorés par

le vert d'iode en vert bleuâtre. Ces derniers proviennent, ainsi que nous avons pu le constater en suivant les diverses phases du développement de la graine, de la dernière assise du tégument ovulaire interne.

Au-dessous, un tissu écrasé représentant les débris du nucelle recouvre l'albumen, à cellules irrégulièrement ovoïdes, très développé, surtout dans la région dorsale des cotylédons.

Les cellules de la masse cotylédonnaire sont de forme hexagonale, et disposées dans le sens radial. Leur dimension augmente à mesure qu'on s'éloigne de l'épiderme.

Les réactifs usuels de l'amidon et du tannin sont sans effet sur les diverses parties de cette graine. L'albumen et les cotylédons sont vivement colorés par les réactifs des matières grasses ; les grains d'aleurone n'ont pas d'enclave.

Composition. — La coque ligneuse endocarpienne et les graines proprement dites qu'elle renferme (le plus souvent 2 à 3 par noyau) se trouvent respectivement dans la proportion de 81,58 et de 18,42 %. Les graines seules, par épuisement à l'éther de pétrole, ont fourni 37,76 % de matière grasse, soit, pour le noyau tel qu'il se récolte (mûr et sec), un rendement de 6,95 %.

L'huile de *Melia* est jaune pâle ; elle fond entre -5° et -3° et se solidifie vers -18° .

Nous n'avons pas à envisager ici ses applications éventuelles car, ainsi que nous l'avons déjà signalé, *sa faible proportion dans les semences et la dureté de la coque du noyau rendent son extraction industrielle pratiquement impossible.*

Principales Indications Bibliographiques concernant le *Melia Azedarach* L.

JOANNE COMMELINO. Horti Medici Amstelodamensis, Amsterdam 1697, **1**, p. 147, pl. 76.

TOURNEFORT. Institutiones Rei Herbariæ, Paris. Paris 1700, **3**, pl. 387.

JOANNIS BURMANI. Thesaurus Zeylancius. Amsterdam 1737, p. 40.

LINNÉ. Genera plantarum, Paris 1743, p. 148.

LINNÉ. Species plantarum, Paris 1753, **1**, p. 384.

FUSÉE AUBLET. Histoire des plantes de la Guiane française, Londres 1775, **1**, p. 393.

LOUREIRO. Flora Cochinchinensis, 1790, p. 269.

SWARTZ. Observationes botanicæ, 1791, p. 171.

C. L. WILLDENOW. Species plantarum. Berlin 1799, **2**, p. 558.

— The Pharmacopœia of the United States of America, Boston 1820, p. 52.

DESCOURTILZ. Flore Médicale des Antilles. Paris 1821, **1**, p. 210.

AINSLIE. Materia Indica, Londres 1826 **1**, p. 453.

LAMARCK et MIRBEL. Histoire naturelle des végétaux classés par familles, Paris 1830, **12**, p. 118, pl. 84.

ADRIEN DE JUSSIEU. Mémoire sur le groupe des Méliacées, Paris 1830, p. 54, 67, 145, pl. 2, n° 4.

WILLIAM ROXBURGH. Flora Indica, d'après l'édition de 1832. Calcutta 1874, p. 369.

RICORD-MADIANNA. Histoire naturelle et toxique du Lilas des Antilles, *Journal de Pharm. et Chim.*, Paris 1833, **19**, Septembre n° 9, p. 500.

WIGHT. Icones plantarum Indiæ orientalis. Madras 1840-1856, **1**, pl. 160.

WARING. Pharmacopœia of India, Londres 1868, p. 55.

The Pharmacopœia of the United States (1870), Philadelphie 1873, p. 56.

HEBER DRURY. The useful plants of India. Londres 1873, p. 289.

C. COOKE. Gums, Resins, Oleo-resins and resinous products in the India Museum. Londres 1874 p. 19 et 57.

JOHN MILES. *The American Journal of Pharmacy*, Philadelphie 1874, 4^e série, 4, p. 359.

DE CANDOLLE. *Monographiæ Phanerogamarum*, Paris 1878 1, p. 450.

ED. HANAUSEK. Oel von Melia Azedarach, *Zeitschrift des Allgemeinen Oesterreichischen Apotheker-vereines*, Vienne 1878, 16, p. 111.

JOE JACOBS. *The American Journal of Pharmacy*, Philadelphie 1879, 4^e série, 9, p. 443.

— The Pharmacopœia of the United States (1880), New-York 1882, p. 52.

GAMBLE. A manual of India Timbers, Calcutta 1881, p. 70.

SCHAEGLER. Die Technologie der Fette und Oele, Berlin 1883 p. 587.

EDOUARD MÈNE. Des productions végétales du Japon, Paris 1885, p. 349.

DUJARDIN-BEAUMETZ et EGASSE. Les plantes médicinales indigènes et exotiques, Paris 1889, p. 447.

DYMOCK, WARDEN, HOOPER. *Pharmacographia Indica*. 1890, 1, p. 330.

— The Pharmacopœia of the United States (1890), Philadelphie 1893, p. xlix.

WATT. Dictionary of the economic products of India, Calcutta 1891, 5, p. 221

GRISARD et VANDEN-BERGHE. Les Bois industriels, Paris 1893, 1, p. 298.

HENRI BOCQUILLON-LIMOUSIN. Etude des plantes des colonies françaises, 3^e partie, Paris 1895, p. 68.

OKAMURA. Ueber den Gehalt verschiedener Holzarten an Holzgummi, *Die landwirtschaftlichen Versuchs-stationen*, Berlin 1895, 45, p. 437.

E. BRETSCHNEIDER. *Botanicon Sinicum*, Shanghai. 1895, 3, p. 481.

PLANCHON et COLLIN. Les Drogues simples d'origine végétale, Paris 1896, 2, p. 664.

ENGLER & PRANTL. Die natürlichen Pflanzenfamilien, Leipzig 1897, 3^e partie, 4, p. 286.

J. OUDENAMPSEN. Bijdrage tot de kennis van Melia Azedarach L. Utrecht 1902.

E. DE WILDEMAN. Bulletin des Sciences Pharmacologiques, Paris 1903 5, p. 70.

E. DE WILDEMAN. Notice sur les plantes utiles ou intéressantes de la flore du Congo, Bruxelles 1903, **1**, p. 42 et **3**, p. 486.

FENDLER & SPEISER. Ueber das fette Oel der Samen von *Melia Azedarach* L., *Apotheker-Zeitung*, Berlin 1904, n° 55, p. 521.

HEFTER. Technologie der Fette und Oele, Berlin 1908, **2**, p. 891.

SYDOW. Botanisches Centralblatt, 1913 **122**, n° 12 p. 264.

CHAPITRE III.

Amoora Rohituka Wight et Arnott.

Syn. — *Amoora macrophylla* Nimmo, *Amoora polystachya* W. et A., *Andersonia Rohituka* Roxb., *Aphanamixis Rohituka* Pierre, *Meliacea Wrightiana* Wall., *Sphaerosacme polystachya* Wall., *S. spicata* Wallich.

Noms indigènes. — MAL. : Schem-maram ; SING. : Hingal gass ; BIRM. : Chayan-ka-you, thitni ; BENG. : Tikta-raj, pitraj ; ASSAM : Lota amari, amora amari, raina ; OUDH : Sohaga ; NEPAUL : Bandriphal ; HIND. : Harin-hara, harin-khana ; TAM. : Shem-maram (la plante au bois rouge) ; TEL. : Chaw-a-manu, rohitakah ; SANSC : Rohituka, rohmi, rohera ; ANNAM : Gôi mu'oc ; TONKIN : Hôt goi ; MAD. : Mafouraire de Madagascar.

Répartition géographique. — L'*Amoora Rohituka*, probablement originaire de l'Inde anglaise, se rencontre dans les terrains humides et même inondés de l'Indo-Chine, de l'Inde et de la Malaisie. Il a été signalé notamment dans les pays suivants : Annam, Tonkin, presqu'île de Malacca, îles Adaman, Birmanie, Bengale, Assam, Nepaul, Oudh, côte de Malabar. Il existe actuellement à Madagascar ; vraisemblablement les arbres de cette île proviennent de graines envoyées du Tonkin à l'une de nos expositions et distribuées ensuite à notre colonie africaine.

§ I. — Généralités.

Historique. — L'*Amoora Rohituka* qui doit son nom à WIGHT et ARNOTT, était considéré par les anciens écrivains hindous comme un remède pour les engorgements des glandes, les aigreurs, les maladies du foie et de la rate. Son efficacité remarquable pour l'évacuation de la bile lui valut les dénominations de *Pliha-ghna* (destructeur de bile) et *Pliha-shatru* (ennemi de la bile).

Les ouvrages d'ensemble le signalent également parmi les plantes médicinales ou oléagineuses de l'Inde.

DYMOCK, WARDEN et HOOPER, dans leur *Pharmacographia Indica* (1830), donnent, en plus des indications générales, l'étude des caractères de l'écorce, réputée astringente, et sa composition.

Les constantes physiques et chimiques sont déterminées, pour l'huile de l'Inde, par les analyses de CROSSLEY et LE SUEUR en 1898

et de l'*Imperial Institute* en 1911-1912 ; pour l'huile de Madagascar par celles des usines ROCCA, TASSY, DE ROUX, en 1914.

A peu près à la même époque, dans une communication faite au Congrès de l'Association française pour l'Avancement des Sciences au Havre, nous avons, en collaboration avec WEITZ, exposé les résultats de nos recherches sur les caractères macroscopiques et histologiques de la graine et du tourteau.

Description. — L'*Amoora Rohituka* est un arbre toujours vert ayant de 20 à 30 m. de hauteur sur 30 à 60 cm. de diamètre. Ses branches, garnies de grandes feuilles, forment une couronne touffue, les rameaux sont glabres, les jeunes pousses et les bourgeons pubéruleux. L'écorce a une surface rugueuse : elle est d'un noir brunâtre à l'extérieur, striée et d'un rouge brun en dedans ; le bois a une teinte jaune rougeâtre.

Les feuilles sont composées, imparipennées et longues de 25 à 50 cm. Le pétiole, nu sur une longueur de 5 à 7 cm. est renflé à la base. Sur le rachis, s'insèrent 5-9 paires de folioles glabres, opposées, courtement pétiolulées, longues de 18 à 24 cm., larges de 5 à 8 cm., elliptiques, plus ou moins asymétriques à la base, minces, coriaces et terminées au sommet par un acumen de 2 à 2,5 cm. La nervure médiane, qui est fortement saillante à la partie inférieure, donne naissance à 10-18 paires de nervures secondaires opposées ou alternes. L'impaire est obovale, allongée, plus petite que les autres folioles ; elle mesure de 10 à 15 cm. de long, sur 5 à 6 cm. de large.

Les fleurs sont blanches ou blanc crème, presque sessiles et réunies en grappes spiciformes ayant de 14 à 18 cm. de longueur.

Le calice est formé de 5 sépales courts, arrondis et la corolle de 3 pétales obovés, concaves.

Le tube staminal est terminé par 6 lobes, recouvrant 6 anthères incluses, sessiles et à connectif apiculé.

L'ovaire globuleux comprend 3 loges biovulées et se prolonge par un style court que termine un stigmate trilobé en forme de petite pyramide.

L'*Amoora Rohituka* fleurit en Juillet.

Ses fruits sont des capsules arrondies, d'un jaune pâle, à déhiscence loculicide, formées de 3 loges et s'ouvrant en 3 valves. Les graines sont enveloppées d'un arille rougeâtre ; par avortement d'un certain nombre d'ovules, il ne s'en développe qu'une, deux ou trois par fruit.

Usages. — L'écorce de cet arbre est utilisée comme astringent et recommandée dans les maladies de la rate et du foie.

Le bois est peu employé, bien qu'il soit susceptible d'applications dans les constructions abritées et pour certains travaux de menuiserie intérieure.

Les essences fournissent une huile réputée dans les pays d'origine comme liniment stimulant contre les rhumatismes. Elle sert principalement comme huile à brûler ; sa saveur désagréable et son acidité la rendent inutilisable pour les usages domestiques. Toutefois, elle semble pouvoir entrer dans la préparation de certains savons.

Cette huile était, en 1913, estimée en Angleterre au prix de 9 livres st. la tonne, c'est-à-dire environ 225 francs.

§ II. — *Etude de la Graine.*

Caractères macroscopiques. — Nous avons étudié deux lots de graines (privées de leur arille) ; l'un venant du Bengale, l'autre de Madagascar.

Les semences du Bengale mesurent ordinairement de 1,5 à 1,8 cm. de long sur 1 à 1,5 de large et pèsent en moyenne 0 gr. 83.

La plupart ont dans l'ensemble une forme ovoïde et sont peu comprimées, trapues, parfois presque rondes (voir fig. 16), tantôt mates et tantôt légèrement brillantes.

Comme elles sont ordinairement par trois dans les fruits, elles offrent en général une section transversale de forme subtriangulaire.

L'enveloppe est dure, mais non cassante et ne se raye pas par l'ongle. Un léger sillon, situé près de la région équatoriale partage la graine en deux portions plus ou moins égales. La zone voisine du hile, généralement plus développée est marquée de stries longitudinales, tandis que celle du micropyle est ornée de fines granulations lui donnant un aspect plutôt rugueux.

Sur le côté de la graine, et s'étendant jusqu'à son sommet, parfois même le dépassant notablement, on aperçoit, partant du hile, une dépression blanchâtre très nette correspondant à la zone d'insertion de l'arille sur le tégument séminal.

L'enveloppe est extérieurement de couleur noire ou brun rouge nos 65, 35 et 40. Code K. et V.) ; elle est peu épaisse (1/3 de mm. environ), mais résistante. L'intérieur est d'une teinte jaune brun.

L'amande est détachée de l'enveloppe du côté du hile, mais elle y reste toujours adhérente dans la région du micropyle. Elle est

exalbuminée et de couleur blanc jaunâtre ou jaune de Naples n^{os} 153 C et 221, Code K. et V.). Les cotylédons sont au nombre de deux ; exceptionnellement nous en avons rencontré quatre. La radicule est courte et souvent rejetée latéralement par rapport au

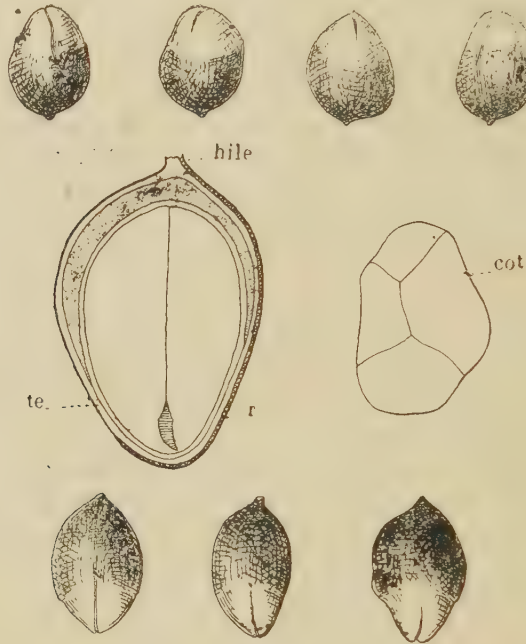


FIG. 16. — Graines d'*Amoora Rohituka* W. et A.

Types de graines : en haut, des Indes ; en bas, de Madagascar.

Au milieu, coupe transversale d'une amande à 4 cotylédons et coupe schématique générale d'une des semences : *te*, tégument séminal ; *r*, ligne d'insertion de l'arille sur le tégument.

micropyle, mais indifféremment d'un côté ou de l'autre ; le reste de l'embryon est peu différencié.

Les graines de Madagascar se distinguent des précédentes par leur aspect fusiforme avec compression latérale assez nettement marquée et leur teinte beaucoup plus brillante. Elles mesurent jusqu'à 2 cm. de long ; leur poids moyen est de 0 gr. 75.

Caractères microscopiques. — La région qui semble provenir du tégument externe de l'ovule se divise en deux zones (voir fig. 17). Les assises superficielles sont celluloses et débutent par un épiderme très différencié à cuticule épaisse, à parois laté-

rales très renflées dans les deux tiers supérieurs, puis amincies et terminées par une partie triangulaire à la base. Viennent ensuite plusieurs rangs de cellules collenchymateuses tantôt quadrangulaires, tantôt ovoïdes, qui recouvrent une couche plus ou moins épaisse d'éléments scléreux à parois relativement minces, finement réticulées, rappelant les cellules endocarpiales de l'arachide dont elles se distinguent cependant par leur forme moins allongée. Nous y avons rencontré quelques prismes à base losangique d'oxalate de calcium.

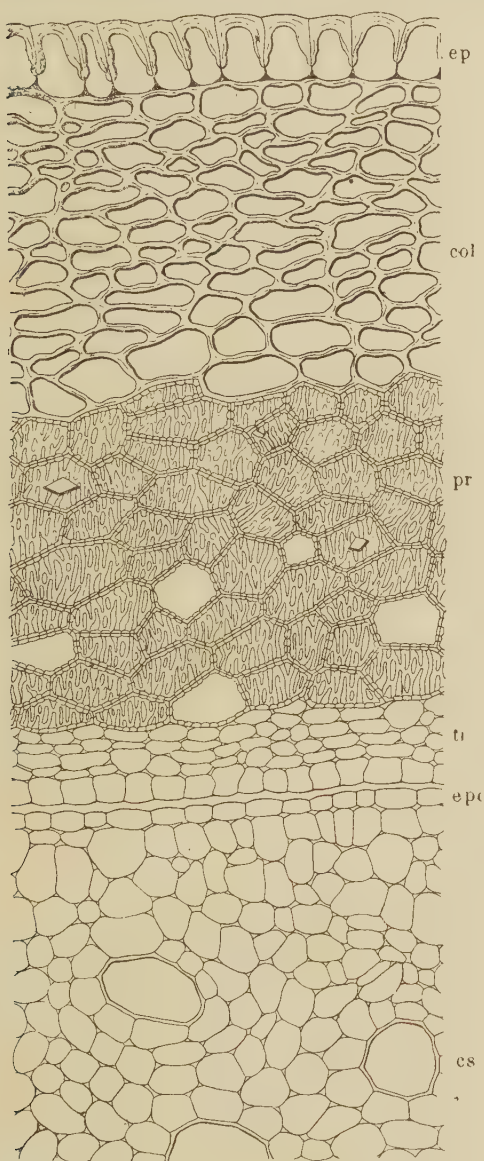


FIG. 17. — Coupe transversale de la graine d'*Amora Rohituka* W. et A.

ep, épiderme du tégument séminal ; col, collenchyme ; pr, zone scléreuse avec cristaux ; ti, zone interne parenchymateuse du tégument ; epc, épiderme des cotylédons ; cs, cellules sécrétrices.

La région profonde du tégument séminal, qui représente vraisemblablement le tégument interne de l'ovule, est constituée par trois ou quatre assises de cellules à parois minces.

Les cotylédons présentent tout d'abord une rangée de fines cellules, irrégulièrement hexagonales ; le reste du tissu est formé d'éléments va-

riés.

riables comme forme et comme taille, mais ordinairement assez petits. De place en place se rencontrent de grosses cellules sécrétrices, arrondies ou polyédriques.

L'ensemble de la masse cotylédonaire donne nettement les réactions des corps gras ; en outre, un traitement de la coupe par l'eau iodée y décèle de nombreux petits grains d'amidon ; ils sont punctiformes et ressemblent à ceux des poivres. Les grains d'aleurone sont sans enclave ; les réactifs des tannins n'ont aucune action.

Composition. — Les graines d'*Amoora* du Bengale sont formées de 18,64 % d'enveloppe et de 81,36 % d'amande ; celles de Madagascar contiennent 22,21 % de coque et 77,79 % d'amande.

En les épuisant par l'éther de pétrole, nous avons obtenu les résultats suivants : les parties externes des deux échantillons n'ont rien donné ; les amandes du Bengale ont fourni 50,46 % de matière grasse, soit 41,06 % pour la graine entière ; celles de Madagascar, 43,90 % soit 34,15 % pour la graine entière,

L'huile d'*Amoora* ainsi préparée a une couleur jaune brun, une odeur désagréable rappelant l'huile de lin et une saveur amère.

L'aspect est sensiblement différent suivant la provenance : l'huile extraite des graines du Bengale est liquide et homogène à la température de 15° ; elle fond à 19-21° et se solidifie à 9° ; celle des semences de Madagascar se sépare en 2 couches : la partie supérieure est liquide, l'inférieure formée de flocons grumeleux ; elle fond entre 15° et 38° et se solidifie vers 19°.

Il est intéressant de remarquer que la quantité et la nature de l'huile varient dans de notables proportions suivant le lieu de récolte ; il est probable que ces différences sont dues au climat.

§ III. — Produits industriels

Huile, acides gras et savons. — L'huile industrielle d'*Amoora* est de couleur jaune ambré et d'odeur analogue à celle de l'huile de lin. Elle est limpide, ne se solidifie qu'au-dessous de 2° et fond rapidement dès que la température s'élève.

Les acides gras extraits fondent à 40°5-43° et sont alors de couleur rouge-jaune. Leur point de solidification est 35°2.

Les indices de saponification sont les suivants :

	Huile	Acides gras
(exprimés en KOH).....	194,2	211,2
(exprimés en NaOH).....	138,7	150,8

Lessavons potassiques que nous avons obtenus semblent de bonne conservation. Le plus intéressant est le savon d'huile à cause de sa couleur brun pâle et de sa consistance. Celui d'acides gras est plus coloré (brun rouge) et moins ferme.

Les savons sodiques diffèrent notablement. Le savon d'huile est presque blanc, mais de moins bel aspect que celui d'acides gras qui malheureusement est fortement coloré en jaune-safran. Leur odeur désagréable est un obstacle grave à leur utilisation pratique.

Tourteau. — Le tourteau d'*Amoora Rohituka* ne peut exister que brut, car il est excessivement difficile de décortiquer les semences à cause de l'adhérence partielle de l'amande à la coque.

L'examen microscopique permet d'y reconnaître. (voir fig. 18) :

1° *Des débris des assises superficielles cellulosesques de l'enveloppe.* L'épiderme se présente ici vu de face; il est constitué par d'assez grandes cellules hexagonales ou pentagonales isodiamétriques. Leur paroi se divise en trois parties: l'une, brillante, nacrée, ne se colorant pas par les réactifs ordinaires (vert d'iode et carmin aluné) et apparaissant en relief; les deux autres, qui sont les plus externes, prennent au contraire facilement le carmin. Le collenchyme est en fragments plus ou moins importants, facilement reconnaissables.

2° *Des débris des couches profondes scléreuses de l'enveloppe.* Les cellules rayées réticulées, précédemment décrites, forment des plages plus ou moins étendues avec des cristaux prismatiques d'oxalate de calcium, à base tantôt losangique, tantôt hexagonale.

3° *Des débris de la couche parenchymateuse adhérent à l'amande,* parmi lesquels il faut remarquer l'épiderme à cellules hexagonales, arrondies, à parois fines toujours subérifiées.

4° *Des débris des cotylédons,* renfermant, nous l'avons vu, des cellules sécrétrices au milieu de cellules arrondies caractérisées par la présence de petits grains d'amidon et d'aleurone sans enclave et par l'absence de tannin.

Le reste du tourteau est formé d'éléments parenchymateux, de cristaux d'oxalate et de grains d'aleurone disséminés ça et là.

Les éléments particulièrement intéressants à rechercher comme caractéristiques sont: les cellules de l'épiderme de la coque, les débris de sclérenchyme avec prismes, les cotylédons amylacés avec leur grosses cellules sécrétrices.

D'après les experts, ce tourteau, à cause de son goût amer, ne peut être donné au bétail et son faible pourcentage en azote en fait un engrais de peu de valeur.

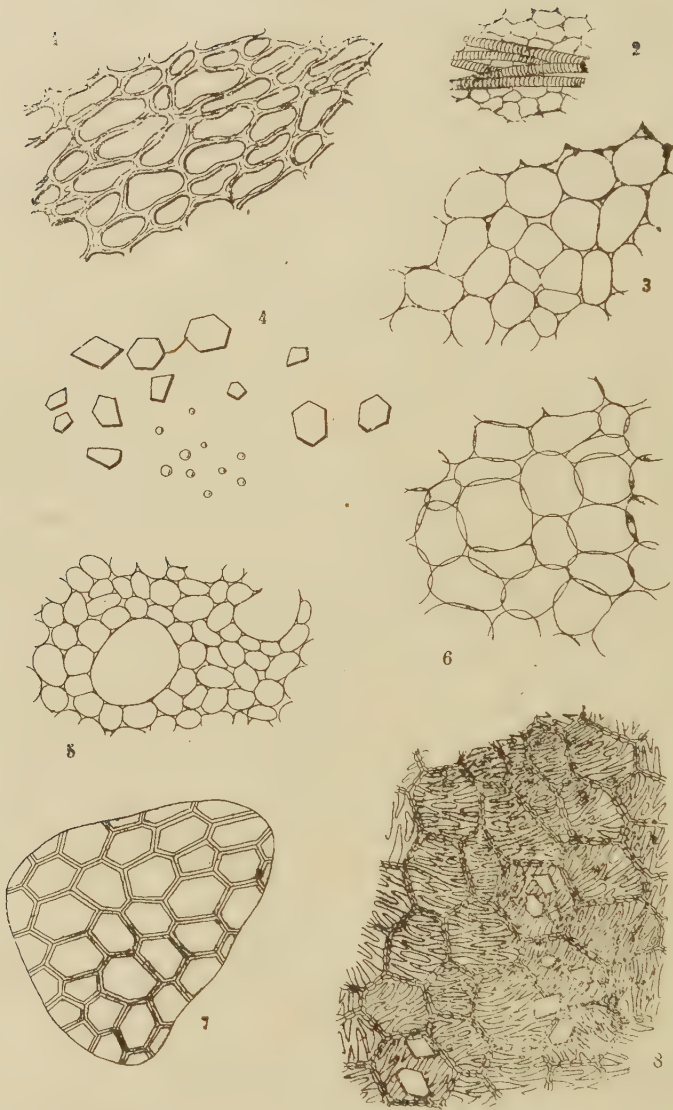


FIG. 18. — Éléments du tourteau d'*Amoor Rohituka* W. et A.
 1, débris collenchymateux du tégument séminal ; 2, 3, 5, fragments
 de tissu cotylédonaire ; 4, cristaux d'oxalate de calcium et grains
 d'aleurone ; 6, débris de la zone interne parenchymateuse du té-
 gument ; 7, 8, épiderme vu de face et sclérenchyme.

Principales Indications Bibliographiques concernant l'*Amoora Rohituka* W. et A.

WILLIAM ROXBURGH. *Flora Indica*, 1832, **2**, p. 213

HEBER DRURY. *The useful plants of India*, Londres 1873, p. 32.

BAILLON, *Histoire des plantes*, Paris 1874, **5**, p. 489.

COOKE. *Oil seeds and Oils in the India Museum*, Londres 1876, p. 21.

ALPH. et CAS. DE CANDOLLE. *Monographiæ Phanerogamarum*, Paris 1878, **1**, p. 581.

PIERRE. *Flore forestière de la Cochinchine*, Paris 1879-1889, **2**, pl. 344 ; **3**, p. 344.

GAMBLE. *A manual of Indian timbers*, Calcutta 1881, p. 73.

WATT. *Dictionary of the economic products of India*, Londres et Calcutta 1889, **1**, p. 224.

DYMOCK, WARDEN & HOOPER. *Pharmacographia Indica*, 1890, **1**, p. 341.

GRISARD et VANDEN-BERGHE. *Les bois industriels et exotiques*, Paris 1893, **1**, p. 273.

A. CROSSLEY & H. LE SUEUR. *The chemical and physical characters of some indian edible oils. The Journal of the Society of Chemical Industry*, Novembre 1898, **17**, n° 11, p. 989.

HEFTER. *Technologie der Fette und Oele*, Berlin 1908, **2**, p. 156.

LEWKOWITSCH. *Technologie des huiles, graisses et cires*, trad. par E. BONTOUX, Paris 1909, **2**, p. 679.

DIETRICH BRANDIS. *Indian trees*, Londres 1911, p. 141.

— *Bulletin of the Imperial Institute*, Oct.-Déc. 1913, **11**, n° 4, p. 559.

— *Der Tropenpflanzer*, avril 1914, **18**, n° 4, p. 223.

R. WEITZ et R. LECOQ. *Contribution à l'étude des semences huileuses d'Amoora Rohituka. Bull. sc. pharmacol.*, Mars-Avril 1915, **22**, nos 3-4, p. 75.

H. JUMELLE. *Deux plantes oléagineuses de Madagascar. L'Expansion Coloniale*, Marseille 1915, **9**, n° 83, p. 39.

CHAPITRE IV.

Trichilia emetica Vahl.

SYN. -- *Elcaja* Forskal, *Geniostephanus tomentosus*, Fenzl., *Mafureira oleifera*. Bertol., *Rochetia choensis* Delile.

NOMS INDIGÈNES. -- Umkuffu, Mkhuklu, Marba, Marva-Marwa, Gnanda, Mafoureira, Mafura, Mafurera.

RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE. -- Cet arbre, très commun en Arabie, en Abyssinie et dans l'Afrique tropicale, est plus particulièrement signalé en Erythrée et dans les régions du Natal, du Zambèze, du Nil blanc et du Soudan Nigérien ; il se rencontre aussi à Madagascar et dans les îles de la Société. Les semences exportées de l'Est Africain sont connues dans le commerce sous le nom de graines de *Mafouraire*.

§ I. — Généralités.

Historique. — Le *Trichilia emetica* est depuis longtemps connu ; chez les Arabes, il figure sous le nom de *Djouz ekai* dans le *Scharh elmoudjiz*.

En 1775, FORSKAL, le premier, dans sa *Flore Egyptiaco-Arabe*, en donne une bonne description et le baptise *Elcaja*, croyant se trouver en présence d'un genre nouveau.

Un peu plus tard, VAHL, range cette espèce parmi les *Trichilia* et lui impose le nom spécifique d'*emetica* (1790).

GUILLEMEN et PERROTTET complètent ces détails dans leur *Flore de Sénégambie* (1830-1833).

Le tourteau fut analysé par DÉCUGIS (1876) et l'huile fit tour à tour l'objet des recherches de DE NEGRI et FABRIS (1891-92), l'*Imperial Institute* (1903-08), SUZZI, DANIEL et CRÆE (1908), OESTLING-HELSINFORS (1913) (1) et AMMANN et VUILLET (1914).

(1). -- D'après cet auteur, les acides gras de l'huile sont essentiellement composés d'acides palmitique et stéarique avec un peu d'acide oléique ; les acides volatils sont représentés par l'acide isobutyrique et quelques autres de poids moléculaires inférieurs.

Description. — Le *Trichilia emetica* est un bel arbre à écorce rugueuse, noir brunâtre à l'extérieur, striée et d'une couleur brun pâle en dedans.

Les feuilles sont composées, imparipennées et ont ordinairement 20 à 26 cm. de long. Le pétiole, nu sur une longueur de 5,5 à 6,5 cm. est renflé à la base. Sur le rachis s'insèrent 4 à 5 paires de folioles opposées, courtement petiolulées, longues de 6 à 11,5 cm., larges de 2,5 à 3 cm., elliptiques, minces, glabres en dessus, velues en dessous. La nervure médiane, très saillante à la partie inférieure, donne naissance à 12-14 paires de nervures secondaires, également proéminentes, subopposées ou alternes. L'impaire est de forme semblable.

Les fleurs, d'un blanc tirant sur le roux, sont réunies en panicules corymbiformes au sommet des rameaux.

Le calice est partagé en 5 sépales arrondis, velus et la corolle en 5 pétales oblongs, rétrécis à la base.

Le tube staminal, glabre dans sa partie inférieure, velu en haut et en dedans est de même hauteur que les pétales et terminé par 10 lobes sur lesquels se fixent les anthères exsertes et oblongues.

L'ovaire, qui est globuleux, à 3 loges biovulées, repose sur un disque annulaire et se prolonge par un style allongé que termine un stignate capité, trilobé.

Le fruit est une capsule loculicide, obovale-arrondie, coriace, mesurant de 10 à 25 mm. de diamètre, en coupe transversale. Ses 3 loges, arrivées à maturité, contiennent généralement une graine, rarement deux ; souvent il arrive que les semences avortent dans une ou deux loges.

Ces arbres deviennent productifs environ 8 ans après leur plantation. Les grands *Trichilia* des forêts actuelles donnent en moyenne 450 K^{os} de graines par an, mais en fournissent à peu près le double dans les bonnes périodes.

Usages. — Les semences sont réputées émétiques ; c'est de là probablement que vient le nom spécifique de la plante. Les femmes arabes les broient avec des substances odorantes pour en faire un cosmétique et les mêlent avec de l'huile de sésame pour confectionner un onguent contre la gale.

Les indigènes, paraît-il, retirent successivement de ces graines, par ébullition avec de l'eau, un suif considéré comme vénéneux, dont ils s'enduisent la peau, et, par pression, une huile utilisée pour la cuisine. Mais il est particulièrement employé pour la fabrication des bougies ; plus rarement, il entre dans des mélanges servant en savonnerie.

Depuis longtemps, le Mozambique exporte du *Mafouraire* à Marseille. D'après BOËRY, il nous serait venu de ce pays, en 1887, 2000 tonnes de ces graines. Le *T. emetica* s'y trouve en effet à l'état sauvage, en quantités considérables, et le transit représente 2 à 3 % seulement de la production totale, car le manque de chemins de fer et de routes nécessite l'emploi de chameaux. Une grande partie vient de Quiliname, pour l'acquittement de taxes spéciales.

Les Allemands ont déjà signalé l'intérêt que pouvait présenter cet arbre tant au point de vue des graines qu'à celui du bois dans leur colonie de l'Est africain, et les Anglais, en encourageant l'exploitation dans le Natal, d'où en arrivent déjà de petites quantités.

Depuis quelques années, les Italiens en fourniraient également en provenance de leur colonie d'Erythrée.

AMMANN et VUILLET sont aussi d'avis que l'utilisation des nombreux *Trichilia* du Soudan Nigérien mérite d'attirer l'attention.

En 1914, le cours de ces graines à Marseille atteignait 310 francs la tonne; en 1908, à Hull (Angleterre), il était de 8 à 9 livres.

§ II. — Etude de la Graine.

Caractères macroscopiques. — Nous avons examiné deux échantillons de cette espèce de *Trichilia*, l'un provenant de l'Erythrée, l'autre du Mozambique.

Ces graines mesurent habituellement de 1,6 à 2 cm. de longueur sur 0,7 à 1 cm. de largeur; leur poids moyen est de 0 gr. 65 à 0 gr. 70.

Leur forme varie naturellement suivant le nombre de semences qui se développent dans le fruit: lorsque toutes mûrissent, elles présentent en section transversale une forme subtriangulaire; si l'une d'elles avorte, les deux autres s'accolent par leur partie ventrale si bien que l'une de leurs faces est aplatie et l'autre convexe. Enfin, dans quelques cas plus rares, quand deux semences se trouvent dans la même loge, elles sont réunies par leur point d'attache; fréquemment, l'une d'elles s'accroît presque exclusivement au détriment de l'autre.

Elles sont enveloppées par un arille dont la couleur varie du rouge orangé au rouge ocre (nos 32, 33, 81, 86, 131 Code K. et V.), gras au toucher, se rayant par l'ongle. Cet arille est presque toujours incomplet et laisse voir sur la face dorsale une tache brun

chocolat (n^{os} 79, 80, 85 Code K. et V.), de forme irrégulière, constituée par le tégument séminal de la graine avec laquelle l'arille est intimement soudé.

Il est facile néanmoins, par grattage de l'arille, de mettre à nu l'enveloppe séminale. Elle est assez mince ($1/4$ de mm.), d'une teinte brun pâle beaucoup plus claire que celle de la tache dont nous avons parlé précédemment, et se brise facilement sous l'ongle. Les parties recouvertes par l'arille sont naturellement plus épaisses et peuvent atteindre, dans les angles, 1 mm. à 1 mm. 5.

Nous avons rencontré exceptionnellement, dans le lot du Mozambique, des graines complètement enveloppées par l'arille.

Le hile est représenté par une cicatrice allongée, blanchâtre, ayant de 0,5 à 1 cm. de long et de 1 à 2 mm. de large ; au voisinage, se trouve le micropyle, d'où part l'arille, et qui est indiqué par une petite saillie.

L'intérieur de l'enveloppe est divisé en deux régions, d'étendue à peu près égale, mais de teinte différente, par une sorte d'anneau ; la partie la plus claire se trouve au voisinage du micropyle ; l'autre, d'un brun foncé, lui est opposée.

L'amande, exclusivement constituée par les cotylédons et l'embryon, a une forme ovoïde elliptique ; elle est toujours légèrement arquée et mesure de 1,5 à 1,7 cm. de long sur 0,6 à 0,8 de large. Elle est de couleur brun pâle et divisée par un cercle irrégulier en deux parties à peu près égales : l'une, qui avoisine la radicule est d'un jaune brun pâle (n^{os} 132, 137 Code K. et V.), l'autre plus foncée. Les deux cotylédons sont facilement séparables, parfois orientés dans le sens longitudinal et sensiblement égaux, parfois séparés par une ligne plus ou moins oblique, l'un pouvant atteindre des dimensions doubles ou même triples de celles de l'autre.

L'embryon est complètement inclus dans la masse cotylédonaire ; la radicule est assez importante, toujours nettement visible et mesure 2 à 3 mm. environ de longueur.

La face interne des cotylédons a un aspect foliacé ; leur coupe macroscopique montre une chair blanchâtre, parsemée de petits points brun clair, correspondant à de grandes cellules sécrétrices.

Caractères microscopiques. — En coupe transversale, les graines de *Mafouraire* présentent la structure suivante (voir fig. 19) :

L'arille apparaît composé : a) d'un épiderme à cellules remplies d'une matière colorante rouge, recouvertes d'une cuticule peu épaisse, régulièrement rangées en coupe transversale, et qui, vues de face, sont polyédriques, isodiamétriques et à parois droites ;

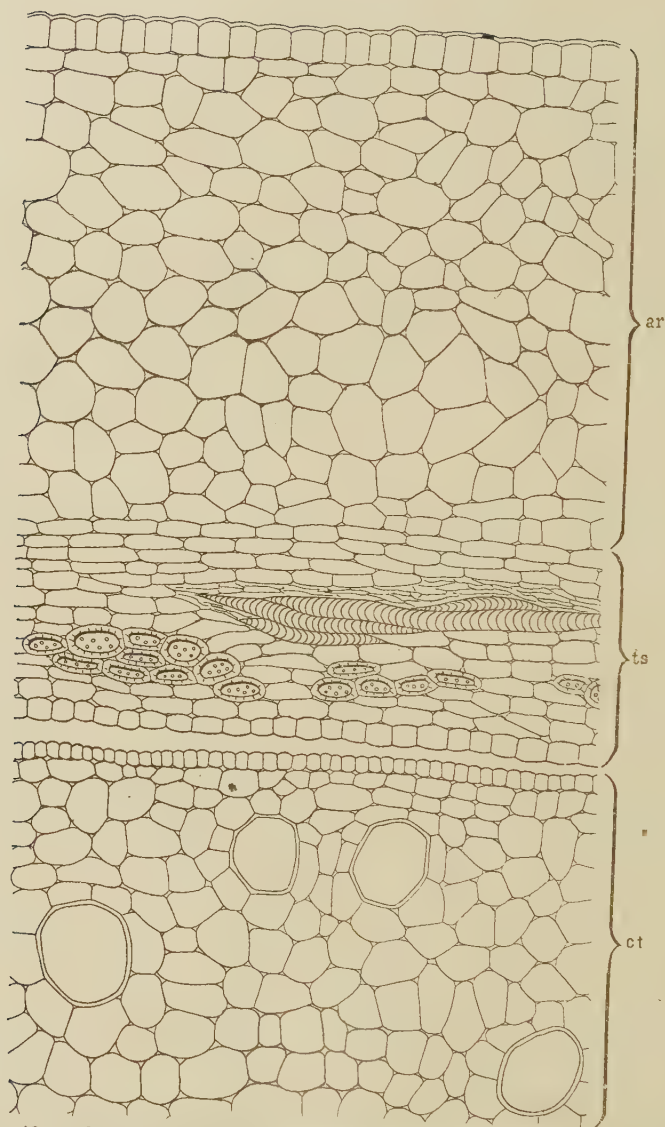


FIG. 19. — Coupe transversale de la graine de *Trichilia emetica* Vahl (1).
ar, arille riche en matière grasse ; ts, tégument séminal renfermant
des îlots de cellules scléreuses ; ct, tissu cotylédonaire avec grosses
cellules sécrétrices.

(1) Voir figure donnée dans : COLLIN et PERROT. Les résidus industriels, p. 213.

b) d'un parenchyme lâche dont les cellules à peu près polygonales, sans direction bien déterminée, se colorent vivement sous l'action des réactifs usuels des matières grasses. Les coupes, chauffées avec soin, montrent, après refroidissement, l'huile concrète cristallisée en houppes soyeuses, analogues aux cristaux de stéarine.

Le tégument séminal est représenté par une couche assez épaisse formée de cellules allongées tangentiellement, plus ou moins fortement aplaties, et sillonnée de nombreux faisceaux libéro-ligneux. Dans sa partie inférieure, se rencontrent en outre des cellules scléreuses isolées ou groupées en massifs. Ce tégument ne donne rien avec les réactifs des corps gras, mais se colore vivement avec ceux du tannin.

Les cotylédons, à épiderme mince, sont constitués par des éléments irréguliers parmi lesquels se distinguent de place en place de grosses cellules sécrétrices oléifères. Toute la masse cotylédonaire se colore sous l'action des réactifs des corps gras ; l'eau iodée décèle, sur les bords seulement, la présence de petits grains amyliques. Les grains d'aleurone sont sans enclaves ; les réactifs des tannins n'ont aucune action.

Composition. — Les graines de *Trichilia* d'Erythrée sont formées de 33,38 % d'enveloppe arillée et de 66,62 % d'amande ; celles du Mozambique donnent respectivement 22,21 et 77,79 %.

En les épuisant par l'éther de pétrole, nous avons obtenu les résultats suivants : les enveloppes de l'échantillon d'Erythrée ont donné 50,40 % d'huile concrète et les amandes 51,17 %, soit pour la graine entière 54,90 %. D'autre part, les semences de Mozambique ont fourni respectivement 19,85 % seulement et 57,74 %, soit pour le tout une moyenne de 49,25 %.

Ces dernières provenaient d'un lot commercial et les diverses manipulations qu'elles avaient dû subir avaient en grande partie enlevé par frottement l'arille riche en graisse ; ceci explique la faible importance de la partie externe par rapport à la masse totale de la graine et son minime rendement en huile.

Le transport de ces semences relativement fragiles pour les besoins industriels se fait sans grande précaution, de sorte qu'à l'arrivée à l'usine elles sont en majeure partie réduites à l'état de cotylédons mélangés de débris représentant les derniers vestiges du tégument séminal et de l'arille exfoliés. Elles sont alors plus difficilement reconnaissables, et, ont pu, sous cet aspect, être confondues avec celles du *Vateria indica*.

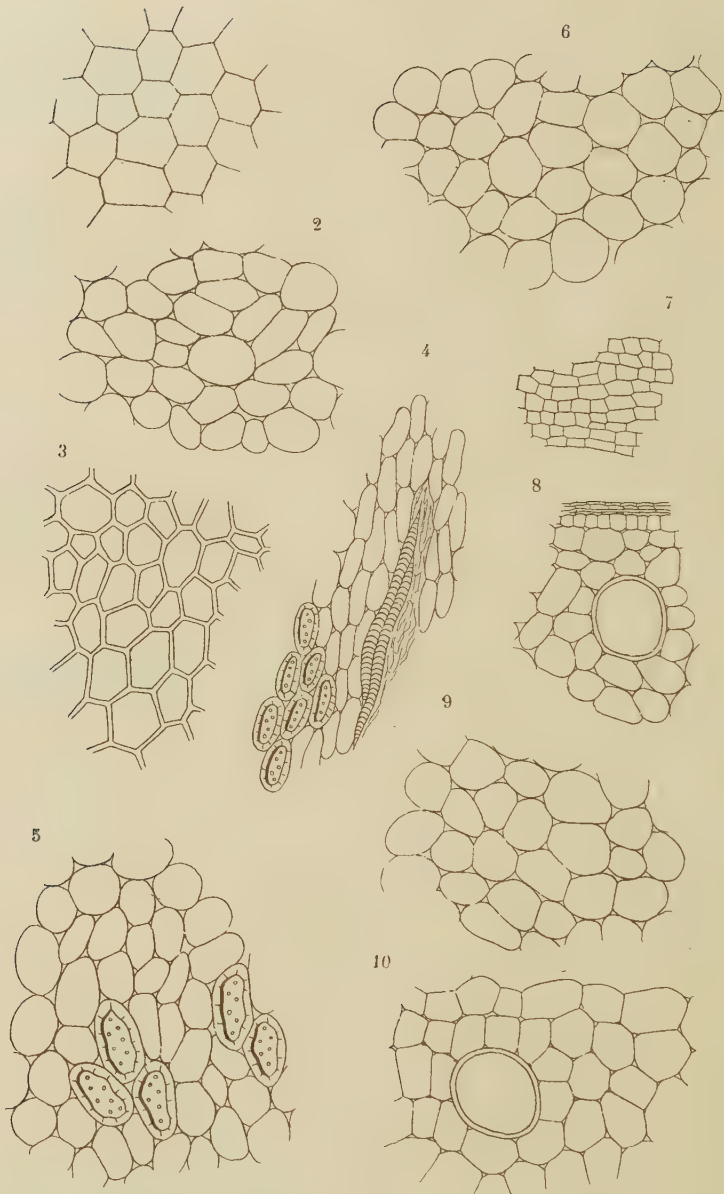


FIG. 20. — Éléments du tourteau de *Trichilia emetica* Vahl. (1)
 1, 2, débris d'arille; 3, 4, 5, 6, fragments divers du tégument séminal;
 7, 8, 9, 10, tissu cotylédonaire avec ou sans cellules sécrétrices.

(1) Voir figure donnée dans : COLLIN et PERROT *loc. cit.* p. 214.

Les huiles retirées du lot d'Erythrée, sont de couleur jaune pâle; celle de l'enveloppe fond à 43°-44° et se solidifie à 40°; celle de l'amande fond à 34°-37° et se solidifie à 26°8.

Les huiles extraites des semences de Mozambique sont de teinte plus foncée, tirant sur le brun; celle de l'enveloppe a respectivement pour point de fusion et de solidification : 48°-50° et 46°7; celle de l'amande : 37°-40° et 30.

Il est intéressant de noter que, dans les deux cas, l'huile fournie par la partie externe est plus concrète et plus amère que celle donnée par les cotylédons.

§ III. — *Produits industriels.*

Huile, acides gras et savons. — L'huile industrielle de *Mafouraire* est de couleur brun chamois et solide aussi bien en été qu'en hiver. Elle ne fond qu'à la température de 40°-42° et paraît alors brun rougé par transparence avec une fluorescence visible par réflexion. Son point de solidification est 35°.

Les acides gras extraits sont particulièrement durs, de couleur brune, d'apparence nettement cristalline. Ils fondent à 51°-53° en donnant un liquide brun rouge et se solidifient à 49°8.

Les indices de saponification sont les suivants :

	Huile	Acides gras
	—	—
(exprimés en KOH)	201,0	207,5
(exprimés en NaOH)	143,5	148,2

Les savons potassiques d'huile (1) et d'acides gras prennent rapidement une texture entièrement cristalline; et par conséquent ne semblent susceptibles d'aucune application commerciale.

L'opinion des savonniers est que les savons sodiques d'huile de *Mafouraire* sont fort difficiles à préparer. Notre méthode de laboratoire nous a toujours donné de bons résultats, aussi bien pour l'huile que pour les acides gras. Les produits ainsi obtenus sont brun pâle, mais très durs, peu solubles et moussant assez peu.

Nous croyons qu'il est préférable d'employer cette huile en stéarinerie, sa richesse en acides concrets la désignant plus spécialement pour cet usage.

(1) Nous croyons intéressant de signaler, dans la préparation du savon potassique d'huile, les deux faits suivants : 1° la solution à froid du savon d'amorçage n'est pas limpide, mais présente en suspension des aiguilles cristallines lui donnant un aspect opalescent; 2° dans la préparation proprement dite, la prise en masse se fait dès la première addition d'alcali.

Tourteau. — Autrefois le tourteau de *Mafouraire* était considéré comme une rareté ; il en existait deux types : l'ordinaire et le repassé, se présentant en pains d'un brun rougeâtre, plus foncés à l'extérieur qu'à l'intérieur, formés d'une pâte dure, mal liée, cassante, se laissant facilement désagréger sous l'effort des doigts. Aujourd'hui, les deux pressions à chaud de la semence broyée étant suivies d'un épuisement au sulfure de carbone, les tourteaux du commerce forment une poudre grossière, grisâtre, où l'on distingue des éléments rougeâtres papyracés provenant de l'arille : ils arrivent en sacs plombés de 100 kilos et se rencontrent fréquemment sur le marché.

ÉLÉMENTS HISTOLOGIQUES. — Le tourteau de *Trichilia emetica* est caractérisé par la présence des éléments suivants :

1° *Des débris d'arille* constitués soit par l'épiderme dont les cellules à parois fines, hexagonales, sont naturellement colorées en rouge, soit par les couches profondes à éléments irréguliers mais vidés par les solvants des corps gras qui ne peuvent donc être caractérisés comme dans la graine.

2° *Des débris de l'épiderme supérieur du tégument séminal* fournis par la tache brune qui n'est pas recouverte par l'arille : ces cellules sont régulièrement polygonales et à parois assez épaisses.

3° *Des débris des couches moyennes et inférieures* de ce tégument dont les cellules, ovales-allongées ou polygonales-ovoïdes, suivant la face qui se présente à l'examen, retiennent fréquemment des fragments de vaisseaux ou des îlots de cellules scléreuses.

4° *Des débris de cotylédons* ne donnant pas les réactions du tannin et d'aspect variable selon qu'il s'agit de l'épiderme, dont les cellules fines vues de face paraissent quadrangulaires, ou de la masse cotylédonaire elle-même dont certains fragments montrent les grosses cellules sécrétrices indiquées ci-dessus. La présence de l'amidon dans les couches de bordure peut être également de quelque utilité pour la caractérisation.

COMPOSITION. — DÉCUGIS donne des anciens tourteaux la composition suivante :

	Tourteau ordinaire	Tourteau repassé
Eau.....	9,05	10,03
Matières grasses.....	13,20	6,75
Matières organiques.....	65,87	69,32
Azote de ces matières.....	2,65	3,03
Cendres.....	11,88	13,90
Acide phosphorique.....	0,86	0,91

Actuellement le tourteau de *Mafouraire* sulfuré est vendu avec garantie de 4-5 % d'azote.

EMPLOI. — Son goût amer et ses propriétés émétiques le font proscrire de l'alimentation du bétail ; son utilisation comme engrais tend à se généraliser. En avril dernier, à Marseille, le tourteau de *Mafouraire* était coté 13 fr. 75 les 100 kilos.

Principales Indications Bibliographiques concernant le *Trichilia emetica* Vahl.

- FORSKAL. *Flora Ægyptiaco-Arabica*, 1775, p. 127.
- VAHL. *Symbolæ botanicæ*, 1790, **1**, p. 31.
- GUILLEMIN, PERROTTET et RICHARD. *Floræ Senegambiæ tentamen*, Paris 1830-33, **1**, p. 126.
- DÉCUGIS. *Les tourteaux des graines oléagineuses*, Toulon 1876, p. 35, 122, 148, 252, 318.
- A. & C. DE CANDOLLE. *Monographiæ Phanerogamarum*, Paris 1878, **1**, p. 646.
- SCHAEGLER. *Die Technologie der Fette und Oele*, Berlin 1883, p. 588.
- HÖHNEL & WOLFBauer. Ueber die Butterbohnen. *Dingler's Polytechnisches Journal*, Stuttgart 1884, **252** p. 333.
- DUJARDIN-BEAUMETZ et EGASSE. *Les plantes médicinales*, Paris 1889, p. 735.
- DE NEGRI & FABRIS. *Annali del Laboratorio Chemico centrale delle Gabelle*, 1891-92, p. 271, d'après *Zeitschrift für Analytische Chemie*, Wiesbaden 1894, **33**, p. 371.
- ENGLER & PRANTL. *Die natürlichen Pflanzenfamilien*, Leipzig 1897, 3^e partie, **4**, p. 305.
- *Bulletin of the Imperial Institute*, Londres 1903, **1**, p. 26.
- COLLIN & PERROT. *Les résidus industriels*, Paris 1904, p. 213.
- LEWKOWITSCH. *Huiles, graisses et cires*, traduction de E. Bon-toux, Paris 1906-1910, **2**, p. 1063.
- HEFTER. *Technologie der Fette und Oele*, Berlin 1908, **2**, p. 647.
- DANIEL & CRAE. *Mafura Tallow and Mafura Oil*. *The Analyst* 1908, **33**, p. 276.
- *Bulletin of the Imperial Institute*, Londres 1908, **6**, p. 376.
- » » » 1912, **10**, p. 314.
- » » » 1913, **11**, p. 106.
- OESTLING-HELSENFORS. *Das Fett der Samen der Trichilia subcordata aus Deutsch-Ostafrika*, *Berichte der Deutschen Pharmaceutischen Gesellschaft*, Berlin 1913, **23**, p. 667.
- AMMANN et VUILLET. *Graines des Trichilia du Soudan Nigérien*, *L'Agronomie coloniale*, Paris 1914, n° 13, p. 34.
-

CHAPITRE V.

Généralités sur les divers « Carapa ».

Les *Carapa* sont de beaux arbres qui croissent sur le littoral de toutes les régions tropicales. Leurs caractères sont assez particuliers pour rendre leur place dans la classification quelque peu incertaine.

Par leurs fleurs 4-5 mètres et leurs loges ovariennes pluriovulées, ils se rangent dans les **Swieténiées** : mais, d'autre part, le calice imbriqué, les pétales tordus et les filets staminaux réunis en un tube urcéolé dans lequel sont incluses 8-10 anthères, les rapprochent des **Trichiliées**. Ils forment donc une transition naturelle entre ces deux tribus.

Les feuilles sont ordinairement considérées comme *paripennées*, ce qui est vrai à l'état adulte ; jeunes au contraire, elles sont *imparipennées*. La foliole terminale, au début du développement, est beaucoup plus volumineuse que les autres, et s'en distingue par sa forme conique, sa structure parenchymateuse, et la sécrétion d'un liquide sucré, dont le rôle serait d'attirer les insectes au moment de la floraison, pour faciliter la fécondation. Cette impaire se flétrit ensuite et finit ordinairement par se détacher du reste de la feuille en laissant une petite cicatrice à l'extrémité du rachis.

Dans sa classification des *Carapa*, CASIMIR DE CANDOLLE, faisait intervenir comme caractère secondaire important, la forme des *folioles* (obovales, oblongues, elliptiques, etc.) et l'aspect de leurs pointes (mousses, apiculées, mucronées, acuminées). Il nous semble difficile d'y attacher quelque valeur, car une même feuille présente souvent des folioles très variables. On ne peut donc se baser sur celles-ci pour déterminer les espèces, sans risquer d'introduire une complication inutile.

Au contraire, le *fruit*, passé sous silence par cet auteur, présente des différences très nettes, qu'il est impossible de négliger.

L'étude de la question des *Carapa*, telle qu'elle apparaît au milieu des nombreuses publications plus ou moins contradictoires,

laisse, au premier abord, une impression assez confuse, surtout avec la multiplicité des espèces créées ces derniers temps. Toutefois, en ne nous attachant qu'aux caractères principaux, et en tenant compte des variations que peuvent apporter la nature du sol et du climat, l'adaptation au milieu et la fixation, nous sommes arrivé seulement à trois espèces types, sur lesquelles nous insisterons spécialement, et que nous pouvons classer de la façon suivante :

A. — *Enveloppe séminale en majeure partie sclérifiée, parenchymateuse intérieurement* ; radicule voisine du hile, tube staminal terminé par 8-10 lobes entiers, grandes panicules à nombreuses fleurs, feuilles à plus de 3 folioles.

- a) *Fleurs pentamères*, longuement pédicellées : *C. Touloucouna* G. et P.
- b) *Fleurs tétramères*, courtement pédicellées : *C. Guianensis* Aub.

B. — *Enveloppe séminale totalement parenchymateuse* ; radicule très éloignée du hile, tube staminal à 8 lobes bifides, panicules petites et à peu de fleurs, feuilles ayant seulement 1-3 paires de folioles.

Fleurs tétramères, longuement pédicellées... *C. moluccensis* Lam.

CARAPA TOULOUOUNA G. & P. — Le fruit (voir fig. 21) est une capsule sphéro-ovoïde, de la « grosseur d'un boulet à canon de six » (GUILLEMIN et PERROTTET). Il mesure en moyenne de 10 à 16 cm. de diamètre, et s'ouvre en 5 valves, ayant de 4 à 5 mm. d'épaisseur, rugueuses à la surface, avec une crête peu marquée en leur milieu.

À l'intérieur, les semences sont réparties généralement par 3 dans les 5 loges, dont les cloisons minces se rattachent à la columelle centrale. Les graines sont ordinairement tétraédriques avec des arêtes arrondies, un hile petit, et se trouvent reliées au placenta par un court pédicelle.

Ce *Carapa*, abondant sur les côtes de l'Afrique occidentale, se retrouve aussi en Amérique et aux Indes.

C'est probablement à ce type qu'il convient de rattacher un grand nombre de variétés fixées telles que le *C. surinamensis* Miq. de la Guyane, le *C. procera* DC. des Indes, les *C. microcarpa* Chev., *C. gummiiflua* C. DC., *C. velutina* C. DC. de l'Afrique tropicale, et peut-être aussi le *C. grandiflora* Sprague de l'Ouganda, sur lequel nous manquons de renseignements, mais qui donne, ainsi que le montrent les analyses de LEWKOWITSCH, une huile sensiblement identique.

CARAPA GUIANENSIS Aub. — Le fruit (voir fig. 22) est de forme analogue au précédent, mais ordinairement plus petit : 6 à 12 cm. de diamètre. L'aspect extérieur est granuleux, mais plus uni.

Du point d'insertion du pédoncule partent 4 côtes plus ou moins mamelonnées, très saillantes au début, mais s'atténuant à mesure qu'elles se rapprochent de la pointe; elles correspondent au milieu des valves de déhiscence.

Les semences, habituellement au nombre de 3 par loge, sont tétraédriques, à arêtes nettes et

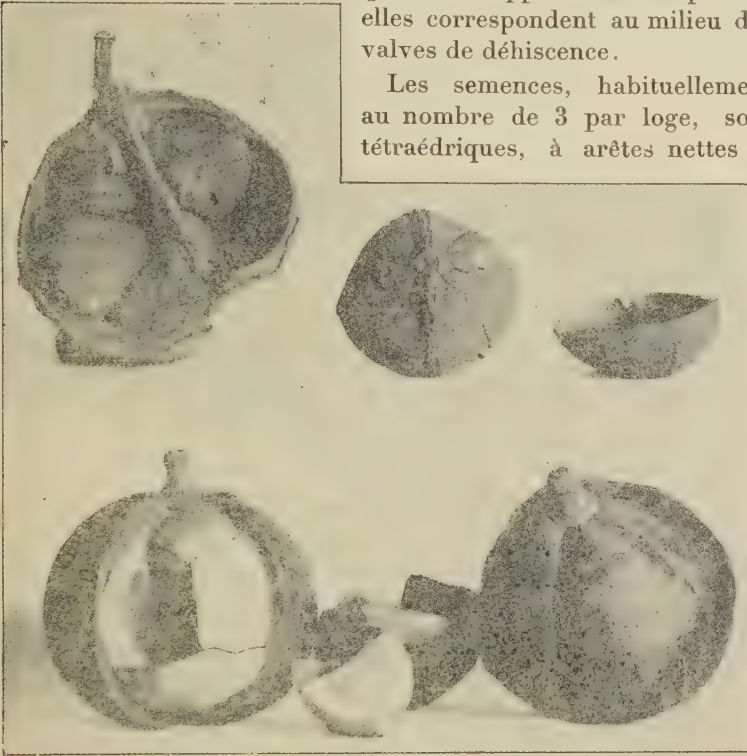


FIG. 21, 22, 23. — Fruits des divers *Carapa* (réduits au tiers).

En haut et à gauche (fig. 21) : *C. Touloucouna* G. et P., fruit montrant la disposition des semences tétraédriques.

En haut et à droite (fig. 22) : *C. guianensis* Aubl., fruit entier et demi-fruit sectionné avant sa déhiscence.

En bas (fig. 23) : *C. moluccensis* Lam., fruit entier et fruit ouvert montrant la disposition des semences pentaédriques.

s'attachent directement à la columelle par un hile allongé.

Cet arbre semble localisé en Amérique tropicale, où il aurait donné diverses variétés et notamment le *C. nicaraguensis* C. DC.

CARAPA MOLUCCENSIS Lam. — Le fruit, « de la grosseur d'une tête d'enfant de trois ans » (RUMPHIUS), mesure généralement 10 à 15 cm. de diamètre. Son aspect extérieur (voir fig. 23) rappelle

beaucoup celui d'un petit melon de couleur noir verdâtre qui n'aurait que 4 côtes. Le péricarpe, en majeure partie cellulosique, a, quand il est frais, environ 5 mm. d'épaisseur, ce qui explique la difficulté de sa déhiscence. D'après RUMPHIUS, ce n'est qu'au bout

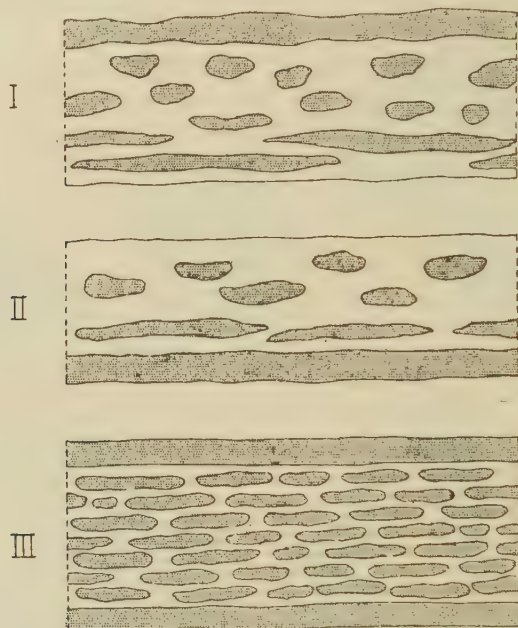


FIG. 24. — Schéma indiquant la localisation du tannin dans l'enveloppe séminale des divers *Carapa* :
I, *C. Touloucouna*; II, *C. guianensis*; III, *C. moluccensis*.

de quelques jours de dessiccation, que les fruits recueillis et déposés dans les appartements s'ouvrent par une fente en croix.

Les 4 loges, séparées par de minces cloisons, contiennent chacune 4 à 5 graines pentaédriques, à enveloppe cellulosique, à arêtes vives, fixées sur la columelle par un hile arrondi.

C'est dans la région indo-sino-malaise et dans l'Afrique orientale que se trouve cette plante. Certaines variétés sont élevées au rang d'espèce par divers auteurs. Le *C. moluccensis* Lam. type se rencontre dans les Moluques, le *C. obovata* Bl. à Java, et le *C. borneensis* Becc. à Bornéo.

La LOCALISATION DU TANNIN dans l'enveloppe séminale de ces

trois espèces est intéressante (voir fig. 24) et facilement déterminée par le bichromate de potasse ou le perchlorure de fer.

Le *C. Touloucouna* G. et P. est caractérisé par une bande externe continue de cellules à tannin (parfois disparues par frottement), des amas en îlots dans la partie moyenne, et des plages allongées dans la partie interne.

Le *C. guianensis* Aub. renferme au contraire des plages dans la majeure partie et une bande interne.

Le *C. moluccensis* Lam. sec apparaît, après action du réactif, presque entièrement noir. A l'état frais ou après réhydratation des cellules, il se présente avec deux bandes l'une externe, l'autre interne, comprenant dans l'intervalle de nombreuses séries plus ou moins longues de cellules tannifères accolées.

Dans les cotylédons, le tannin est réparti au contraire de façon identique. Il se trouve disséminé çà et là dans des cellules spéciales.

CHAPITRE VI.

Carapa Touloucouna G. et P.

Syn. — *Carapa guineensis* Sweet, *C. guyanensis* Oliver (part.), *C. procera* D C., *C. surinamensis* Miq., *Racapa procera* M. Roem., *Touloucouna gigantea* M. Roem., *Xylocarpus guineensis* M. Roem. (part.), *X. procerus* Stend., *X. Touloucouna* Stend., *Zelea splendens* Hort., *Zurloa splendens* Tenore.

Noms indigènes. — OUOLOF : Touloucouna ; TOUCOULEUR : Nèbam Kobi ; KHASSONKÉ, MALINKÉ, BAMBARA, OUASSOULOU : Kobi ; ABÉ : Dona ; SOUSSOU : Gobi ; BONDOUKOU : Kulipia ; COTE D'IVOIRE : Kondou ; AFR. PORT. Mucaça n'cumbi ; CONGO BELGE : Monangu.

Répartition géographique. — Cette espèce, probablement originaire de la côte occidentale d'Afrique, semble être celle qui possède l'aire de dispersion la plus grande. Elle croît abondamment dans les terrains frais de la Sénégambie, de la Guinée, de Sierra-Leone, de la Côte d'Ivoire, de la Côte de l'Or, se rencontre encore au Cameroun, au Congo, jusque dans l'Ouganda, et se retrouve dans l'ouest de l'Inde, la Guyane et les Antilles.

§ I. — Généralités.

Historique. — AUGUSTIN-PYRAM DE CANDOLLE, dans son *Prodromus* paru en 1824, donne le premier une courte description de cette espèce sous le nom de *Carapa procera*. Nous croyons utile de la reproduire :

C. procera. — 4-5 paires de folioles oblongues, cunéiformes à la base, obtuses, coriaces. Fleurs à 5 pétales, 10 étamines. Habitat. : îles Caraïbes (Antilles).

Un peu plus tard, ROBERT SWEET mentionne, dans l'*Hortus Britannicus*, deux échantillons de cette sorte, l'un venant de l'ouest de l'Inde auquel il conserve le nom de *C. procera*, l'autre de Sierra-Leone qu'il appelle *C. guineensis*.

GUILLEMIN et PERROTTET, dans leur *Floræ Senegambiae Tentamen* (1830-33), décrivent pour la première fois cette espèce avec détails, et la désignent sous le nom de *C. Touloucouna*. Ils signalent son identité avec le *C. guineensis* de SWEET, mais croient devoir adopter ce nom de *Touloucouna*, qui sert à désigner l'ar-

bre dans le pays d'origine et présente l'avantage d'éviter toute confusion avec le *C. guianensis* d'AUBLET. D'accord avec ces auteurs nous conserverons cette appellation qui correspond à un texte ample et clair, auquel il est facile de se reporter.

En 1851, dans le *Stirpes Surinamensis Selectæ* de MIQUEL, nous trouvons comme espèce nouvelle le *C. surinamensis* qui, d'après cet auteur, se rencontre çà et là en Guyane hollandaise. Il semble dès lors qu'il s'agit tout simplement du *C. procera* (déjà signalé aux Antilles), dont les caractères sont les mêmes.

CASIMIR DE CANDOLLE refond entièrement la question des *Carapa* dans le *Monographiæ Phanerogamarum* (1878) et rapporte le *C. Touloucouna* au *C. procera*. Il croit toutefois devoir établir une différence entre cette espèce et le *C. surinamensis*, en se basant sur la forme des folioles :

Folioles obovales-oblongues.....	<i>C. procera.</i>
Folioles elliptiques-oblongues.....	<i>C. surinamensis.</i>

Cette distinction, toute subtile qu'elle soit, ne résiste pas à la critique, car ces folioles sont qualifiées d'oblongues, comme nous l'avons vu, par A.-P. DE CANDOLLE et d'elliptiques-oblongues par GUILLEMIN et PERROTTET.

En résumé, tout se ramène au *C. Touloucouna* G. et P. Certains auteurs préfèrent la dénomination de *C. procera* DC., mais la description donnée plus haut ne suffit vraiment pas pour en fixer les caractères : d'autres (HECKEL, par exemple), gardent le nom de *C. procera* pour la variété des Indes, et de *C. surinamensis* pour celle de la Guyane et des Antilles.

Au point de vue chimique, signalons : l'analyse de l'écorce par E. CAVENTOU (1859) qui en isole une matière amère incristallisable, le *Touloucounin*, les recherches de DÉCUGIS sur le tourteau, et les études de l'huile faites successivement par HANNAU (1891), HECKEL (1898), MILLIAU (1899), LEWKOWITSCH (1909).

La variété *C. microcarpa* est décrite par CHEVALIER en 1909 et examinée par HÉBERT en 1911.

Description. — C'est un arbre élevé, ayant de 0,60 à 1 m. de diamètre et pouvant atteindre de 20 à 25 m. de hauteur. Une écorce grisâtre et crevassée à l'extérieur, brun clair et lisse à l'intérieur recouvre un bois dur, rougeâtre, à grain serré.

Les feuilles opposées, paripennées, longuement pétiolées, mesurent 55 cm. en moyenne, parfois plus, et sont composées de 6 à 12 paires de folioles coriaces, obovales-allongées ou elliptiques

oblongues, brièvement pétiolulées, cunéiformes à la base, courtement terminées en pointe au sommet, ayant environ 25 cm, sur 7. La face supérieure de ces folioles est d'un vert brillant et présente une nervure médiane apparente d'où partent 12 à 16 nervures secondaires, alternes ou opposées, déliées, ascendantes.

Les fleurs sont d'un blanc rosé, longuement pédicellées, groupées par deux et réunies en panicules lâches situées à l'aisselle des feuilles. Le calice est divisé en 5 sépales arrondis et la corolle en 5 pétales, obovés, réfléchis. Le tube staminal renflé à la base, rétréci au sommet, se termine par 10 lobes alternant avec les anthères incluses, sessiles, biloculaires. L'ovaire, à 5 loges contenant chacune 4-6 ovules, repose sur un disque épais, et se prolonge par un style court surmonté d'un stigmate discoïde à 5 côtes.

La floraison a lieu en Mars-Avril, et les fruits arrivent à maturité au mois de Mai. Ce sont, nous l'avons vu, de grosses capsules loculicides, à péricarpe ligneux, à 5 loges s'ouvrant par 5 fentes et contenant habituellement 12-15 semences.

Usages. — L'écorce est utilisée par les indigènes comme tonique amer et comme remède contre la lèpre, les feuilles contre les dartres et les glandes, mais le traitement ne réussit qu'accompagné de prières !

Le bois sert pour la construction, l'ébénisterie, le charonnage.

L'huile — qui est concrète — est extraite par les indigènes de la façon suivante : la noix est mise à bouillir durant une heure et enfouie dans le sol. Au bout de trois jours, elle est déterrée, puis écrasée pour en retirer l'amande ; celle-ci est pilée entre deux pierres jusqu'à obtention d'une pâte fine, qui, portée à l'ébullition avec de l'eau pendant quelques heures, abandonne l'huile qui surnage ; le tourteau tombe au fond.

Son emploi en médecine populaire est fréquent ; elle est conseillée dans les cas de courbature (en massages énergiques) et contre les maux de ventre (une boulette suffirait pour procurer un soulagement rapide ?). Les naturels s'en enduisent la peau pour se préserver des piqures des moustiques.

Elle a été préconisée contre les rhumatismes, les dartres et les maladies du cuir chevelu.

Importée autrefois à Marseille, où elle servait à la préparation des savons et des bougies, cette huile arrive encore (mais assez

rarement) en France et en Angleterre. Elle était estimée, en 1908, 20 livres 10 sh. la tonne soit environ 512 fr. 50.

§ II. — *Etude des graines.*

Caractères macroscopiques. — Nous avons examiné plusieurs lots de graines : les unes provenaient de la Guinée française, les autres du Congo belge ; nous avons également un échantillon de la variété *C. microcarpa* de la Côte d'Ivoire.

Les noix de *Touloucouna* de la Guinée française présentent les caractères suivants : elles ont la grosseur d'un beau marron et mesurent généralement de 3 à 4 cm. de longueur, sur 2 à 3,5 cm. de largeur, leur poids moyen est de 13 gr. 35. Presque toujours déformées par pression réciproque, elles offrent ordinairement l'aspect d'un tétraèdre, plus ou moins irrégulier à angles arrondis. La face en contact avec la paroi du fruit est convexe, les autres sont planes ; en outre, il est facile de reconnaître les graines qui occupaient le milieu de chaque loge, car elles sont sensiblement plus régulières que les autres. Parfois une seule graine par loge arrive à maturité ; elle est alors presque sphérique.

Chacune de ces semences se compose essentiellement d'une enveloppe, à surface rugueuse, plus ou moins finement réticulée très dure extérieurement. L'amande est ordinairement séparée et entourée d'une mince couche séminale parenchymateuse adhérent parfaitement.

L'enveloppe ligneuse est, sur sa face externe, de couleur brun rougeâtre ou brun jaunâtre (N^{os} 103, 104, 112, 113 Code K. et V.) avec des parties claires et des parties sombres ; celles-ci, qui sont les plus extérieures, ont disparu çà et là et notamment aux angles par suite du frottement. Le hile est elliptique, situé au voisinage du sommet de la pyramide, et mesure d'ordinaire 5 mm. sur 2 ; près de lui se trouve le micropyle indiqué par des stries rayonnantes. Signalons également la présence occasionnelle de débris de l'épiderme brun rouge et de l'endocarpe blanc gris.

Cette enveloppe a 1,5 à 2 mm., parfois même 2,5 d'épaisseur. Elle apparaît, en coupe macroscopique formée de deux parties : l'une extérieure nettement ligneuse ayant environ les 3/4 de l'épaisseur totale, l'autre beaucoup plus friable.

L'intérieur est d'un brun clair (N^{os} 103 C, 103 D, 132 Code K et V.) et porte des stries sinueuses et allongées. Une sorte de cercle uni, ayant environ 1 cm. de rayon, marque la région du micropyle, celui-ci en occupant le centre.

L'amande, dont la surface est devenue ridée et rugueuse par la dessiccation, à la même forme que la semence vue extérieurement. La couche séminale parenchymateuse qui la recouvre est de couleur roussâtre ou grisâtre (Nos 93, 98, 85 Code K. et V.) avec des stries blanchâtres. Dans la partie correspondant au micropyle, la radicule produit une petite saillie de 2 à 3 mm. qui se trouve au milieu d'un cercle de teinte brun clair, correspondant à celui décrit sur la face interne de l'enveloppe.

L'intérieur de l'amande est formé de deux cotylédons blanc-rosé ou jaunâtres (Nos 112, 103 B, 103 C, 78 A, 78 B, 78 C, Code K. et V.), d'apparence homogène, tantôt soudés, tantôt séparés par un intervalle plus ou moins grand dû à la dessiccation : l'embryon est de petite taille.

Les graines du Congo (variété *gentilii*) ne diffèrent de celles que nous venons d'examiner que par une enveloppe séminale plus épaisse, ayant de 2,5 à 3 mm. ; elles pèsent en moyenne 14 gr. 95.

Celles du *C. microcarpa* de la Côte d'Ivoire ont des caractères analogues, mais sont beaucoup plus petites, le fruit lui-même ayant seulement de 4 à 6 cm. de diamètre : elles mesurent environ 2,5 cm. de haut sur 2 de large et pèsent généralement 4 gr. 25.

Caractères microscopiques. — En section transversale (voir fig. 25), le tégument séminal se compose essentiellement de deux zones. L'extérieure, de beaucoup la plus importante, est sclérifiée. Normalement, l'épiderme est exfolié, et la partie externe est constituée par des cellules arrondies ou ovales, à parois fortement épaissies et canaliculées, plus ou moins déformées par accollement, ce qui leur donne parfois un aspect polygonal assez accentué. En pénétrant plus profondément, les éléments isodiamétriques se font plus rares et les cellules allongées plus abondantes. Celles-ci sont nettement polygonales et souvent trois à quatre fois plus longues que larges. La partie interne est parenchymateuse et se sépare en deux portions, dont l'une, parcourue par de nombreux faisceaux libéro-ligneux, adhère à la zone scléreuse, tandis que l'autre recouvre les cotylédons. Cette dernière ne comprend que quelques assises de cellules irrégulièrement superposées, qui, vues de face, sont polygonales, à parois épaisses.

Sous une couche plus ou moins nette de tissu écrasé, la masse cotylédonaire débute par un épiderme à cellules régulièrement rangées dans le sens radial, le reste du tissu étant formé d'éléments de dimensions et d'apparences diverses, sans présenter de caractères bien nets.

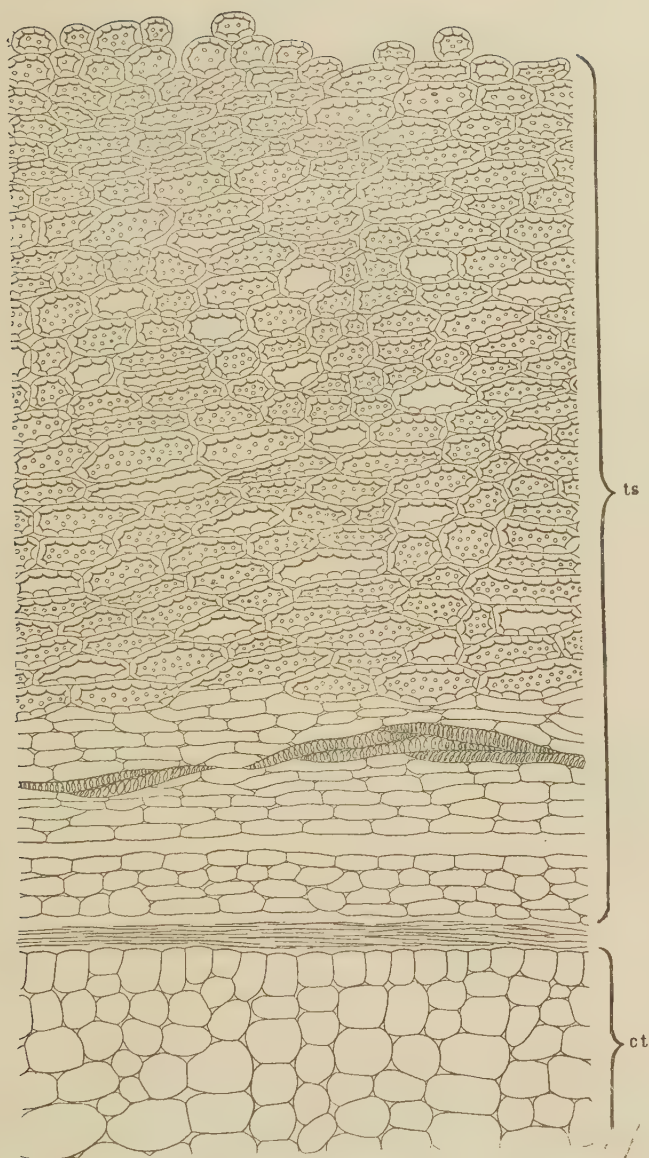


FIG. 25. — Coupe transversale de la graine de *Carapa Touloucouana* G. et P. (1)
ts, tégument séminal essentiellement composé de deux parties, l'une externe en majeure par le sclérifiée, l'autre interne parenchymateuse adhérente à l'amande ;
ct, tissu cotylédonaire recouvert de tissu écrasé.

(1) Voir figure donnée dans : COLLIN et PERROT, *loc. cit.*, p. 210. Ainsi que nous a permis de nous en rendre compte l'étude du fruit, ce n'est pas au mésocarpe qu'appartient la zone scléreuse mais bien au tégument séminal dont l'épiderme est exfolié.

Les cotylédons, sous l'influence des réactifs des corps gras, se colorent vivement : en rouge par l'orcanette acétique et le Sudan III, en noir par l'acide osmique. L'huile concrète qu'ils renferment semble réunie en masse, soit tout le long des parois cellulaires, soit même sur un des côtés seulement. Sous l'action de la chaleur, le corps gras fond et cristallise par refroidissement en houppes soyeuses analogues aux cristaux de stéarine. Les grains d'aleurone sont sans enclave. L'eau iodée ne donne rien (absence d'amidon). Nous avons déjà parlé de la localisation spéciale du tannin.

Composition. — Les graines que nous avons examinées appartiennent, nous l'avons vu, à trois variétés : les unes, provenant de la Guinée (*C. Touloucouna* vrai), sont composées de 41,89 % d'enveloppe ligneuse et 58,11 % d'amande ; les parties constitutives de celles du Congo (variété : *gentilii*) sont respectivement 53,57 % et 46,43 %, et celles de la Côte d'Ivoire (variété : *C. microcarpa*) 31,52 % et 68,48 %.

Les enveloppes séminales épuisées par l'éther de pétrole, n'ont rien donné ; il en est du reste de même pour toutes celles des autres *Carapa*. Les amandes dans des conditions identiques, ont fourni :

Graines de Guinée.....	58,83 %	de matière grasse,	34,18 %
» du Congo.	62,89 %	soit pour la	29,19 %
» de la Côte d'Ivoire.	63,40 %	graine entière	43,41 %

Les huiles ainsi préparées sont blanches et transparentes quand elles sont fondues ; celle du Congo tire un peu sur le jaune.

Les points de fusion et de solidification que nous avons déterminés sont les suivants :

	Point de fusion	Point de solidification
Huile des Graines de Guinée	23°5-28°	25°
» du Congo	34°-38°	24°5
» de la Côte d'Iv.	9°-11°	3°

§ III. — Produits industriels.

Huile, acides gras et savons. — L'huile industrielle de *Touloucouna* est de couleur jaune brun : solide en hiver, elle se liquéfie partiellement en été. Elle fond à la température de 25°5-27°, et paraît alors jaune rouge par transparence avec fluorescence verdâtre par réflexion. Son point de solidification est 23°5.

Les acides gras extraits sont de teinte brun clair, fondent à 39°5-41°5 et se solidifient à 33°1.

Les indices de saponification sont respectivement :

	Huile	Acide gras
(exprimés en KOH).....	206,6	187,5
(exprimés en NaOH)	147,5	133,9

Les savons potassiques sont brun rougeâtre et se maintiennent sans cristallisation. L'odeur fruitée qui s'en dégage est agréable. Le savon d'huile (1) plus coloré que celui d'acides gras est de consistance un peu moins ferme. Les solutions de ces deux sortes de produits moussent bien, et seraient, semble-t-il, d'un bon emploi comme savons liquides.

Les savons sodiques sont légèrement colorés et dignes d'attirer l'attention. Toutefois comme ils durcissent un peu trop rapidement, il y aurait intérêt, pensons-nous, à mélanger l'huile de *Touloucouna* à d'autres moins concrètes pour la faire entrer dans la fabrication des savons durs. Les savons d'acides sont de valeur égale.

Tourteau. — Le tourteau se rencontre dans le commerce soit brut, soit décortiqué

ÉLÉMENTS HISTOLOGIQUES. — Le *tourteau brut* présente les éléments suivants (voir fig. 26):

1° *Des débris scléreux de la partie externe du tégument séminal.* Certains sont composés de cellules isodiamétriques régulières, provenant des assises superficielles, à parois très épaisses canaliculées, à lumen petit, souvent coloré. D'autres, appartenant aux couches moyennes, renferment, en outre, des cellules plus grandes irrégulières. Enfin les parties profondes sont représentées par des massifs de cellules allongées dans le même sens.

2° *Des débris de la partie interne parenchymateuse du tégument séminal* provenant soit de l'enveloppe et parcourus dans ce cas par des faisceaux libéro-ligneux, soit de la couche adhérente aux cotylédons formée de plusieurs assises de cellules ovoïdes-oblongues quand elles sont vues dans le sens de l'épaisseur et polygonales quand elles se présentent de face.

3° *Des débris de cotylédons* constitués par des cellules irrégulières arrondies, dont quelques-unes sont colorables par les réactifs du tannin.

4° Il arrive parfois, mais plus rarement, de rencontrer égale-

(1) La prise en masse se fait, lors de la préparation, dès la deuxième addition d'alcali.

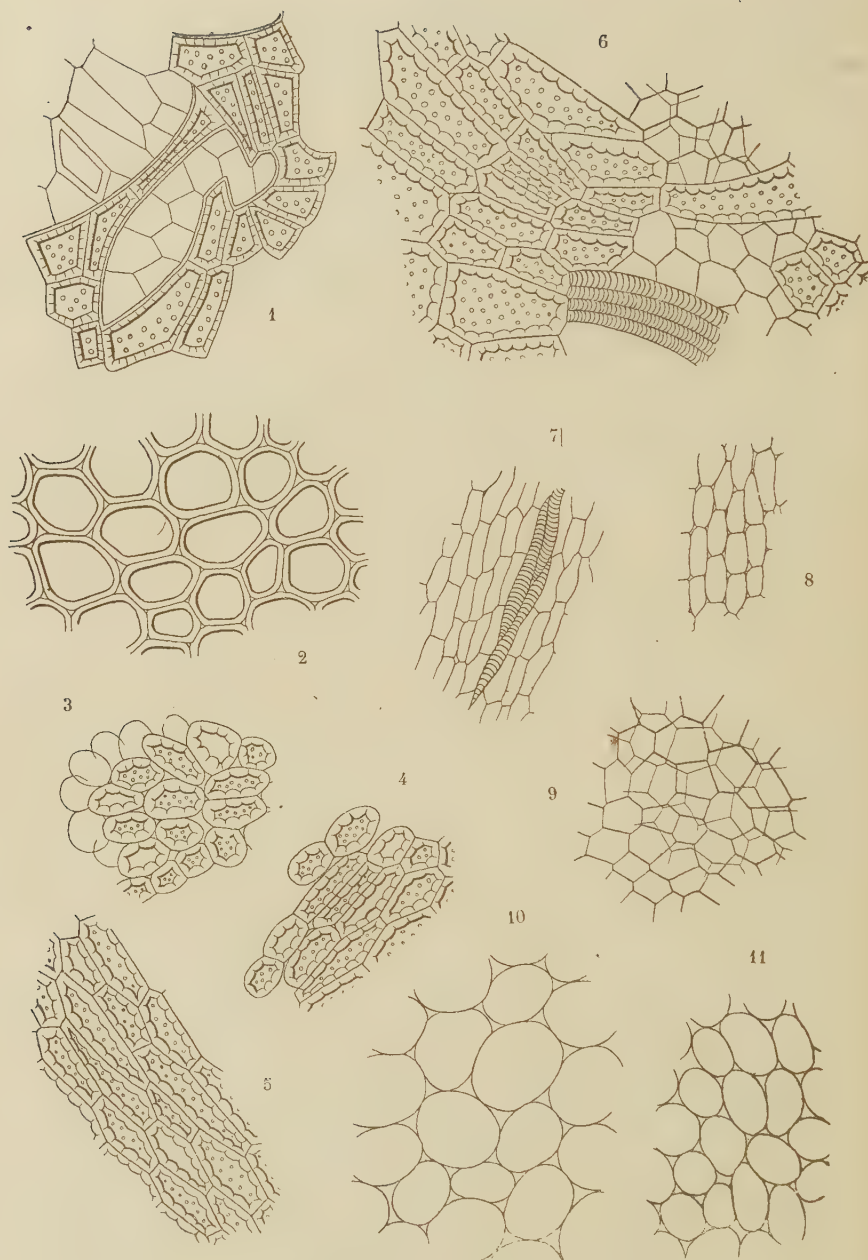


FIG. 26. — Éléments du tourteau de *Carapa Touloucouina* G. et P. (1)
 1, débris scléreux d'endocarpe (rare) ; 2, épiderme exfolié du tégument séminal (rare) ;
 3, 4, 5, 6, 7, fragments de la partie externe du tégument ; 8, 9, débris de la zone interne parenchymateuse ; 10, 11, tissu cotylédonaire.

(1) Voir figure donnée dans: COLLIN et PERROT, *loc. cit.* p. 211.

ment des *débris scléreux de l'endocarpe* dont les cellules semblent disposées autour de vastes intervalles en arabesques, et des *fragments de l'épiderme exfolié de l'enveloppe ligneuse* dont les cellules polygonales à 5 ou 6 côtés s'accolent en laissant aux angles de petits méats.

Le *tourteau décortiqué* est de caractérisation plus difficile ; seuls interviennent ici comme éléments abondants les débris d'épisperme et de cotylédons ; les rares portions d'enveloppes qui pourront s'y rencontrer aideront à la diagnose. La présence des cellules à tannin et l'absence d'amidon dans la masse cotylédonnaire rendront de grands services.

COMPOSITION CHIMIQUE. — D'après les analyses de DÉCUGIS et CORENWINDER la composition (pour 100) des diverses sortes de tourteaux, fournis par l'industrie, peut se résumer ainsi :

	Tourteau brut	T. décortiqué
Eau.....	12,65	12,50
Huile.....	9,99	4,46
Matières organiques.....	70,15	78,22
Azote de ces matières.....	2,68	4,37
Cendres.....	7,20	4,82
Acide phosphorique des cendres.	0,86	»

EMPLOI. — Les avis sont partagés au sujet de la valeur de ce tourteau ; certains, prétendent que, malgré son amertume, il peut servir pour l'alimentation des bestiaux. D'après le *Bulletin mensuel de la Société d'Acclimatation*, il serait employé pour cet usage en Sénégambie. Déjà PERROTTET avait signalé qu'à Cayenne les amandes sont mangées par les porcs, sans que leur viande prenne mauvais goût, mais qu'il n'en est pas de même pour les rongeurs.

Si ces propriétés alimentaires sont discutables et demandent une enquête plus approfondie, sa valeur fertilisante est incontestable. Cent kilogrammes de tourteau de *Touloucouna* brut représentent 670 kilos de fumier type au point de vue de l'azote, et 430 kilos au point de vue des phosphates.

Suivant CORENWINDER, il se classe en bon rang comme engrais, après l'arachide et le sésame, avant l'œillette, la cameline, le coton le chanvre.

Ce tourteau fut examiné en 1908 par un expert anglais qui l'estima à 2 livres la tonne, soit environ 50 francs.

CHAPITRE VII.

Carapa guianensis Aublet.

Syn. — *Carapa latifolia* Willd., *Persoonia guareoides* Willd., *Xylocarpus Carapa* Spreng.

Noms indigènes. — GUYANES : FR. Carapa rouge ; ANGL. Crab wood ; HOL. Krapa ; TRINITÉ : Carapo, carap, crapaud ; GUADELOUPE et MARTINIQUE : Carapa ; VÉNÉZUELA : Carapa ; BRÉSIL : Andiroba.

Répartition géographique. — Originaire de l'Amérique équatoriale, le *C. guianensis* croît naturellement au Brésil, au Vénézuëla et dans les Antilles. Il est surtout commun à la Guyane, où il abonde dans les terrains humides et sur les bords des rivières, particulièrement dans la région du Sud (Oyapock-Cachipour) où il forme de vastes forêts.

§ I. — Généralités.

Historique. — Lors d'une expédition ordonnée par le comte CINCHON, vice-roi du Pérou, et commandée par PEDRO DE TEXEIRA, le père ACUNA, qui remonta l'Amazone à partir de Para et arriva à Quito, en 1638, mentionne le pays traversé par lui, comme fournissant de très belle casse, d'excellente salsepareille et de l'huile d'*Andiroba*.

FUSÉE AUBLET, dans le supplément de son *Histoire des Plantes de la Guiane françoise*, donne, en 1775, la première description de cet arbre dont il n'a pu observer les fleurs.

PHILIPPE DUCLER, chargé de mission par le gouvernement, rapporte de Cayenne, au début du XIX^e siècle, des échantillons d'huile.

En 1819, CADET DE GASSICOURT, à qui furent remis ces échantillons, eut l'idée de faire des essais de savon. Le produit potassique ainsi obtenu était mou, coloré et participait un peu de l'odeur et de la saveur de l'huile ; le produit sodique ne put se faire à chaud, mais, préparé à froid, donna un savon très dur et légèrement coloré. Avec l'oxyde de plomb, cet auteur prépara un emplâtre blanc jaunâtre, de ténacité nulle.

Il signale en outre, la présence d'un principe amer qu'il ne put isoler et croit pouvoir attribuer à la matière grasse la composition suivante : une grande proportion de stéarine avec un peu d'acide oléique et de margarine.

En 1821, BOULLAY reprend cette étude et constate que le principe amer est difficilement enlevé par ébullitions successives avec de l'eau, mais facilement au contraire avec les acides dilués (SO^1H^2 , $\text{CH}^3\text{CO}^2\text{H}$, HCl). Ne pouvant l'obtenir cristallisé, il pense néanmoins que ce doit être un alcali végétal.

La même année, PETROZ et ROBINET font l'analyse de l'écorce, dite fébrifuge. Hypnotisés par cette propriété, ils y retrouvent les mêmes principes que dans l'écorce de quinquina (rouge cinchonique, acide kinique) ainsi qu'une substance amère, qui, disent-ils, doit être la « matière alcaline » dont parle BOULLAY.

E. CAVENTOU, en 1860, refait ce travail avec un nouveau lot d'écorce, et conclut à l'absence complète d'alkaloïde, l'amertume étant due à un composé incristallisable, le *carapin*. La petite quantité d'azote dont il note la présence est attribuée par lui aux impuretés.

WONFOR, en 1869-70, examine une graisse de *Carapa* de provenance indigène (Guyane anglaise). Cette masse semi-fluide, présentant une odeur très pénétrante et ne fondant qu'à 55°, était particulièrement riche en acide palmitique.

E. H. GANE, en 1895, recommence l'examen chimique de l'huile. Il prépare, ainsi qu'il a déjà été dit, une solution du principe amer dans l'acide acétique dilué et conclut, par les réactions obtenues, à la présence d'un alkaloïde. La matière grasse est principalement formée de glycérides des acides oléique, palmitique et surtout stéarique.

Signalons pour terminer les essais des huiles de la Trinité et de la Guyane, publiés par DEERING, d'une part, et HECKEL, d'autre part en 1898.

Description. — Le *Carapa guianensis* est un grand et bel arbre, pouvant atteindre de 20 à 25 m. de haut sur un mètre et plus de diamètre. L'écorce est épaisse, grise à l'extérieur, rouge brun à l'intérieur ; le bois a une couleur blanchâtre.

Les branches sont rameuses, garnies de feuilles alternes, paripennées ; le pétiole, ayant lorsqu'il est normalement développé jusqu'à 90 cm. porte, sur ses 2/3 supérieurs, 6-9 paires de folioles vertes, lisses, courtement pétiolulées, obovales elliptiques, terminées par une longue pointe mousse et mesurant de 15 à 30

cm. de long sur 4 à 11 de large. De la nervure médiane partent 12-16 paires de nervures secondaires.

Les fleurs sont rouges, presque sessiles et réunies en panicules axillaires. Le calice se subdivise en 4 sépales arrondis et la corolle en 4 pétales elliptiques. Le tube staminal, à 8 lobes, porte sur sa face interne les 8 anthères incluses, placées entre ceux-ci.

L'ovaire est à 4 loges polyspermes et surmonté d'un style à stigmate discoïde.

Le fruit est une capsule sèche de 6-12 cm. de diamètre, marquée de 4 côtes arrondies et de 4 sillons. Il s'ouvre par 4 valves et contient 8-16 graines anguleuses.

La première chute des graines a lieu de Février à Juin-Juillet ; c'est la grande récolte ; une autre, moins importante, se fait en Octobre. Les semences recueillies à cette époque donneraient une huile plus épaisse.

Usages. — La décoction de bourgeons est employée pour laver les chevaux, afin de les préserver des piqures des insectes et celle de feuilles pour le pansement des plaies.

L'écorce, riche en tannin et très amère, passe pour tonique et fébrifuge. Elle sert également pour le tannage des peaux.

Le bois se travaille facilement ; quoique inattaquable par les larves, il se conserve mal et ne résiste guère aux intempéries. Il est considéré comme excellent pour le sciage, le charroinage et la construction : sa légèreté et son élasticité le font rechercher pour les embarcations ; il fournit peu de pièces courbes, mais donne de bonnes mâtures.

L'huile est particulièrement employée. Son ancien mode de préparation vaut d'être remarqué. Les graines entières, mises à bouillir, sont ensuite exposées à l'air dans un lieu sec, pendant une semaine ou un peu plus. L'enveloppe ligneuse étant brisée, l'amande est réduite en pâte et pétrie à plusieurs reprises durant 3 à 4 jours. Après division en morceaux de grandeur convenable, la masse est exposée au soleil dans une sorte de gouttière de faïence ou de bois légèrement inclinée. L'huile claire qui en découle est reçue à part. Puis le résidu est chauffé, rassemblé dans une chausse et soumis à l'action d'une couleuvre (machine à presser le manioc) ; la graisse qui en sort prend par refroidissement la consistance du saindoux.

Les nègres se contentent d'exprimer cette pâte dans un sac fait de fibres grossières dont les mailles sont traversées par l'huile.

À côté de ce procédé rudimentaire, il en existe d'autres plus

perfectionnés qui sont actuellement mis en œuvre dans les parties colonisées des pays d'origine.

Les indigènes après l'avoir additionnée de rocou (*Bixa orellana*) s'en enduisent les cheveux et la peau pour se préserver de l'attaque des moustiques et surtout des chiques.

Les meubles qui en sont imprégnés résistent à l'action des xylophages.

Au Brésil, cette huile est souvent usitée en médecine populaire contre les ulcères et les dartres, et comme désobstruant dans les embarras du foie et les inflammations intestinales; elle s'emploie soit en frictions, soit en cataplasmes mélangée avec de jeunes feuilles d'indigotier écrasées.

Rectifiée, elle est recherchée pour l'éclairage, car elle donne une flamme vive sans fumée; elle sert aussi pour empêcher l'oxydation des instruments en fer et pour graisser les machines.

Elle fut toujours considérée comme devant être particulièrement intéressante pour la fabrication des savons.

Son utilisation possible en stéarinerie a été souvent discutée; cela provient vraisemblablement de la variabilité des échantillons, qui présentent parfois de grandes différences suivant le lieu de production et l'époque de la récolte.

§ II. — *Etude de la graine.*

Caractères macroscopiques. — Les lots que nous avons examinés proviennent l'un de la Guyane, l'autre du Brésil; les graines de la Guyane présentent les caractères suivants:

Elles mesurent 3,5 à 4 cm. de long sur 2,5 à 3,5 cm. de large, le poids moyen est de 7 gr. 44.

Généralement au nombre de 3 à 4 dans chaque loge, toujours déformées par leur pression mutuelle et à arêtes nettes, elles sont ordinairement subtétraédriques, parfois plus irrégulières: celles qui occupaient le milieu des loges ont une forme caractéristique: fortement comprimées sur deux faces, elles sont beaucoup plus longues que larges (3,5 à 4 cm. sur 1,5 à 2 cm.) et forment une sorte de pyramide à base convexe et à 4 côtés sensiblement égaux deux par deux.

Ces graines ont une couleur brun jaunâtre (n^{os} 113, 103 Code K. et V.); leur surface est à peu près lisse; sur les arêtes seulement, elles offrent des rugosités assez accentuées.

Le hile est très étendu; il mesure le plus souvent 1,75 à 2,5 cm.

de long sur 0,75 à 1 cm. de large ; il a la forme d'une cicatrice ellipsoïde allongée dont la surface est parsemée de petits débris orientés dans le sens longitudinal et de nature fibreuse, provenant probablement du funicule. Le micropyle, placé au voisinage du hile, est constitué par un petit trou très net et très facile à distinguer.

L'enveloppe ligneuse a de 0,5 à 1 mm. d'épaisseur ; sa face interne est de couleur un peu plus claire que la partie externe et présente dans la région du micropyle un cercle analogue à celui décrit dans le *C. Touloucouna*.

La couche parenchymateuse séminale adhérent à l'amande est de couleur rougeâtre. La masse cotylédonaire est un peu plus pâle que celle du *C. Touloucouna* (n^{os} 128 A, 128 B, 103 A Code K et V.) et de structure identique.

Les semences du Brésil que nous avons étudiées sont plus grosses que les précédentes : elles ont 4 à 4,5 cm. de longueur sur 3 à 3,5 cm. de largeur, pèsent 8 gr. 66 en moyenne et sont de teinte brun chocolat (n^{os} 127, 128, 142 Code K. et V.). Les arêtes, toujours nettes, sont beaucoup moins rugueuses, parfois même complètement lisses ; l'enveloppe ligneuse est plus épaisse et mesure 1 mm. à 1 mm. 5 d'épaisseur, rarement moins.

Le hile est plus allongé, fusiforme et recouvre entièrement une des arêtes au moins ; il mesure généralement 3,5 à 4,5 cm. de long sur 0,5 à 0,85 cm. de large.

Caractères microscopiques. — Le tégument séminal apparaît en coupe transversale (voir fig. 27) composé de deux zones. L'extérieure, de beaucoup la plus importante, est sclérifiée. L'épiderme est presque toujours détruit par frottement, seuls quelques débris subsistent çà et là ; viennent ensuite de grosses cellules arrondies, à parois peu épaisses, finement canaliculées, à large lumen, s'entrecroisant dans les couches profondes avec de longues cellules de caractères semblables et plus ou moins déformées par pression réciproque. La partie interne est parenchymateuse et se sépare en deux portions : l'une, parcourue par les faisceaux libéro-ligneux, se rattache à l'enveloppe scléreuse ; l'autre recouvre l'amande et comprend seulement quelques assises superposées de cellules ovoïdes ou oblongues, qui, vues de face, sont polygonales.

Sous une faible couche de tissu écrasé, la masse cotylédonaire commence par un épiderme de fines cellules régulièrement dispo-

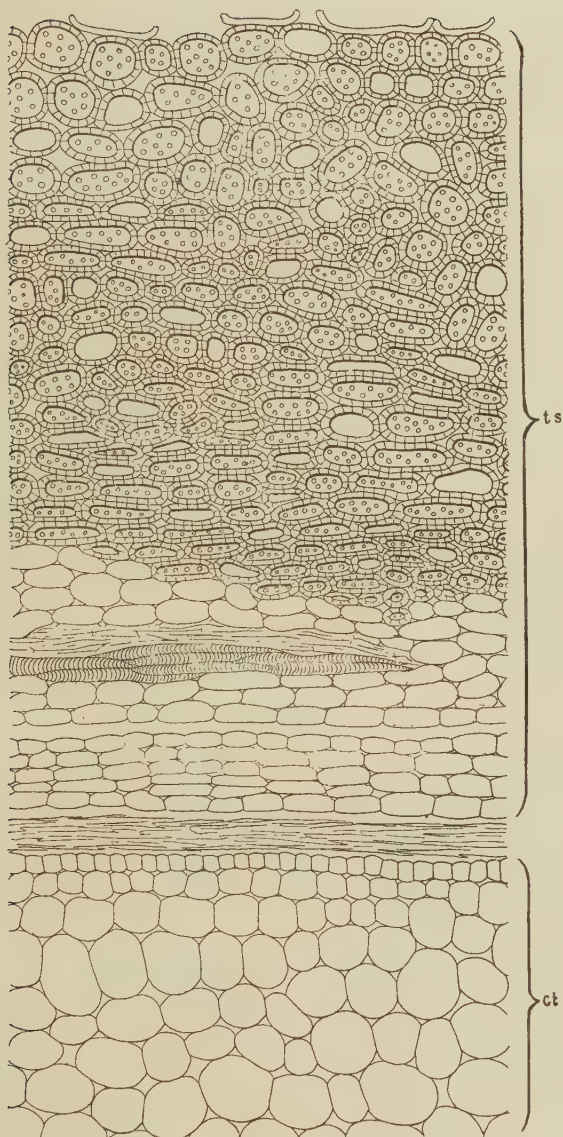


FIG. 27. — Coupe transversale de la graine
du *Carapa guianensis* Aubl.

ts, tégument séminal essentiellement composé de deux parties, l'une externe en majeure partie sclérifiée, l'autre interne parenchymateuse adhérente à l'amande; *ct*, tissu cotylédonaire recouvert d'un peu de tissu écrasé.

sées, le reste du tissu étant composé d'éléments de dimensions et d'apparences diverses, arrondis dans l'ensemble.

Les cellules des cotylédons se colorent vivement sous l'action des réactifs des corps gras. L'huile concrète qu'elles renferment et qui en occupe la majeure partie forme généralement une seule masse rejetée sur le côté. L'eau iodée décèle quelques rares grains d'amidon ovoïdes. Nous avons déjà signalé la localisation spéciale des composés tanniques.

Composition. — Nous avons étudié, nous l'avons dit, deux sortes de graines. Celles de la Guyane (dites de *Carapa*) contiennent 26,88 % d'enveloppe et 73,12 % d'amande, et celles du Brésil (dites d'*Andiroba*) 27,59 et 72,41 %.

En les épuisant par l'éther de pétrole, les amandes de la Guyane ont fourni 59,66 % de matière grasse et celles du Brésil 64,72 %, soit respectivement pour la graine entière : 43,62 % et 46,86 %.

L'huile de Guyane ainsi préparée est de couleur jaune pâle et de saveur amère, elle fond à 26-27° mais ne se solidifie qu'à 10°; celle du Brésil est d'un jaune plus foncé et concrète; elle fond seulement à 37°5-39° et se solidifie vers 30°5.

Ces échantillons semblent provenir, ainsi que nous l'avons expliqué, de récoltes faites à des époques différentes.

§ III. — Produits industriels.

Huile, acides gras et savons. — L'huile industrielle d'*Andiroba* que nous possédons est blanc jaunâtre et d'odeur légèrement nauséuse. Elle fond à la température de 28°5-30°5, devient alors d'une belle couleur jaune franc, et se solidifie vers 14°. Elle se rapproche donc beaucoup de l'huile de *Carapa* de Guyane obtenue par l'éther de pétrole.

Les acides gras extraits sont spécialement blancs. Ils fondent à 40°5-43° en donnant un liquide jaune vif, leur point de solidification étant 36°1.

La détermination des indices de saponification nous a donné les résultats suivants :

	Huile	Acides gras
(exprimés en KOH).....	203,3	202,7
(exprimés en NaOH).....	145,2	144,7

Les savons potassiques (1) sont jaune pâle, de consistance ferme,

(1) La prise en masse du savon d'huile se fait après la deuxième addition d'alcali.

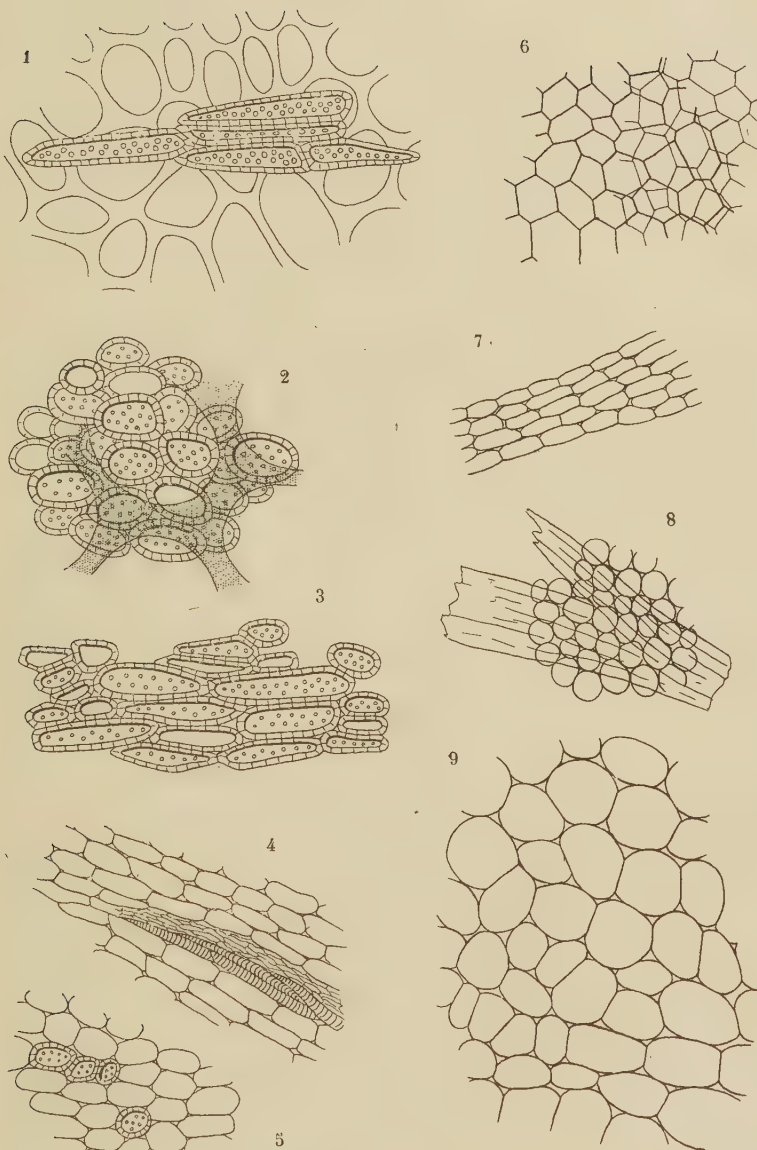


FIG. 28. — Eléments du tourteau de *C. rapa guianensis* Aubl.

1, fragment d'endocarpe (rare) ; 2, 3, 4, 5, débris de la partie externe du tégument séminal ; 6, 7, zone interne parenchymateuse ; 8, 9, tissu cotylédonaire avec fragment de tissu écrasé en 8.

et conservent leur transparence. Leur odeur est peu prononcée. Leurs solutions moussent bien et sont à peine colorées. Ces produits conviendraient donc fort bien pour la préparation des savons liquides.

Les savons sodiques d'huile sont blancs, ce qui est particulièrement intéressant. Mais s'ils moussent bien, ils sont plutôt trop durs, et, se refroidissant très rapidement, difficiles à couler. Il semblerait donc indiqué d'utiliser l'huile pour l'obtention des mélanges destinés à la fabrication des savons blancs : les acides gras semblent moins bons.

Tourteau. — Le *tourteau brut* du *C. guianensis* présente à l'examen microscopique les éléments suivants (voir fig. 28) :

1° *Des débris scléreux de la partie externe du tégument séminal.* Certains sont composés de cellules isodiamétriques, sensiblement régulières, à parois minces canaliculées provenant des couches superficielles et entraînant parfois avec elles des fragments d'épiderme. D'autres, appartenant aux couches moyennes, renferment en outre des cellules plus grandes, allongées tangentiellement.

2° *Des débris de la partie interne parenchymateuse du tégument séminal* provenant soit de l'enveloppe et parcourus par des faisceaux libero-ligneux, soit de la couche adhérente aux cotylédons formée de plusieurs assises de cellules apparaissant polygonales ou ovoïdes-oblongues suivant qu'elles se présentent de face ou de côté.

3° *Des débris de cotylédons* constitués par des éléments irrégulièrement arrondis (dont quelques-uns sont colorables par les réactifs du tannin) accompagnés parfois de fragments de la couche membranoïde de tissu écrasé.

4° Plus rarement, il arrive d'y rencontrer des *débris de l'endocarpe* consistant en massifs scléreux angulaires allongés se détachant sur un fond de grosses cellules arrondies à parois épaisses.

Le *tourteau décortiqué* est particulièrement difficile à différencier de celui du *C. Touloucouna*. Toutefois la présence des rares grains d'amidon ovoïdes signalés précédemment dans la masse cotylédonaire permet d'y arriver. Les quelques fragments d'enveloppe ligneuse sont également de grande utilité pour la caractérisation.

Ce tourteau, d'après LEBLOND, est tellement amer qu'il ne peut être employé dans l'alimentation. Cependant, ajoute-t-il, quelques animaux sauvages le mangent, tels le *paca* et l'*agouti*. Il est probable qu'à l'instar du *Touloucouna*, il fournirait un bon engrais.

CHAPITRE VIII.

Carapa moluccensis Lamarck.

Syn. — *Carapa* A.-L. *indica* Juss., *C. obovata* Blume, *C. Rumphii* Kostel, *C. borneensis* Becc., *Granatum Litoreum* Rumphius, *Monosma littorata* Griff., *Xylocarpus Granatum* Koen., *X. guineensis* M. Roem. (part.), *X. moluccensis* M. Roem., *X. obovatus* A. Jussieu.

Noms indigènes. — MAL. : Boa-laator, caju-baca ; SING. : Kadol ; BIRM. : Pinlayoung, pinlón, peng-lay-oang ; BENG. : Poshúr, pussur, dhundul ; TAM. : Kandulanga ; CEYL. : Caduŕgaha, candalanga ; BORNÉO : Gnirí ; MACASSAR : Tambu ; AMBOINE : Delima-laut, Martahul ; ANN. : Xuong cà ; EST AFR. ALL. : Mkomavi (?).

Répartition géographique. — Cet arbre semble particulièrement localisé dans la région indo-sino-malaise. Il s'y rencontre sur les rivages humides et sablo-pierreux, au milieu des palétuviers. Il est principalement signalé dans les pays suivants : Bengale, Birmanie, Indo-Chine, Ceylan, Java, Bornéo Célèbes, Moluques, Seychelles, Côte orientale d'Afrique, îles de l'Océanie.

§ I. — *Généralités.*

Historique. — Cette plante est décrite pour la première fois, en 1750, sous le nom de *Granatum Litoreum* par RUMPHIUS, dans son *Herbarium Amboinense*, à la fois en latin et en hollandais. Il y passe en revue les propriétés des diverses parties de cet arbre et signale particulièrement le fruit dont les graines s'emboîtent si exactement qu'il sert aux jeux publics : il fallait, après avoir séparé les semences, les rétablir dans l'ordre naturel, « ce qui, ajoute l'auteur, est très difficile à faire, mais cependant pas impossible. » Notre moderne jeu de puzzle ne date pas d'hier !...

Il n'est, nulle part dans cet article, mention de l'emploi des graines pour préparer de l'huile.

Après la description du *Carapa guianensis* par FUSÉE AUBLET en 1775, il devint habituel de réunir les deux espèces sous une même rubrique.

Le chevalier DE LAMARCK, « ancien officier au régiment de Beaujolois, de l'Académie Royale des Sciences », sur le conseil

d'AUBLET qui a reconnu ce fruit comme appartenant au genre qu'il avait créé, lui donne le nom de *Carapa moluccensis*.

ANTOINE-LAURENT DE JUSSIEU, en 1817, dans le *Dictionnaire des Sciences naturelles*, propose de l'appeler *Carapa indica*. Mais son fils, ADRIEN DE JUSSIEU, dans son *Mémoire sur les Méliacées* (1830), adopte, après KOENIG, le nom de *Xylocarpus*.

DE CANDOLLE préfère la dénomination de *Carapa*. ENGLER et PRANTL celle de *Xylocarpus*.

Certains auteurs ont voulu différencier spécialement les variétés, *C. obovata* Bl. et *C. Borneensis*, Becc. dont ils ont cru bon de faire des espèces nouvelles.

WARING, dans la *Pharmacopée de l'Inde* de 1868. et HEBER DRURY, dans son livre *The useful plants of India*, l'un et l'autre spécialement placés pour connaître les usages des diverses parties de cette plante, ne parlent toujours pas du contenu oléagineux de la graine.

COOKE, en 1876, dans son catalogue *Oil seeds and Oils* prétend qu'il en est retiré une huile demi-solide, blanchâtre, fluide à la température ordinaire et employée, ainsi que la graisse des autres *Carapa*, pour oindre les cheveux et pour l'éclairage. Il y a probablement confusion avec l'huile extraite du *C. procera* que SWEET nous indique comme se trouvant précisément dans l'est des Indes. Dès lors, nous retrouverons cette opinion erronée dans toute la littérature.

SCHAEGLER, en 1883, n'hésite pas à embrouiller toute la question et fait un mélange remarquable des huiles des divers *Carapa*. Le *C. moluccensis* Lam., d'après lui, donne 40 à 50 % de suif. La partie de l'ouvrage relative à ce sujet fourmille d'inexactitudes, provenant d'une bibliographie mal faite ; nous ne nous y attarderons pas.

HEFTER, dans sa *Technologie*, enregistre les mêmes erreurs : « cet arbre, dit-il, croît sur les côtes de l'Asie du sud et donne une huile amère, qui porte également le nom d'huile de *Carapa*, utilisée dans l'Inde et à Ceylan comme remède contre les rhumastimes ».

Or ceci est faux ; nous avons nettement établi que les cotylédons amyglacés de ce *Carapa* contiennent seulement une très faible proportion d'huile, qu'il est impossible d'extraire par tout autre moyen que les solvants. Ceci n'a pas encore été dit et il est bon d'y insister. Nous en avons également extrait une résine.

Nous croyons dès lors que c'est à cette espèce qu'il faut rapporter le *Carapa* du delta du Rufidji (Afr. or. all.) étudié en 1900

par H. THOMS et dont l'auteur ne put retirer que 0,327 % d'huile et une résine.

WEHMER dans son volume *Die Pflanzenstoffe* (1911), croit devoir l'identifier au contraire avec le *C. grandiflora* Sprague. Or LEWKOWITSCH ayant retiré des amandes de cette espèce environ 30 % d'huile par des procédés exclusivement commerciaux, nous ne saurions admettre de pareilles différences.

Description. — Le *Carapa moluccensis* est un arbre toujours vert, de taille moyenne, à tronc souvent courbé, irrégulier, tourmenté, mais trapu, se subdivisant parfois dès la base en 2 ou 3 parties à la manière des arbrisseaux. L'écorce mince, d'aspect cendré ou brun rougeâtre, s'écaillant facilement, recouvre un bois dur et blanc qui, par exposition à l'air, vire au rouge. Cet arbre laisse exsuder, quand il est blessé, une gomme-résine blanchâtre qui brunit et devient cassante avec le temps. Les grosses branches se subdivisent en rameaux courts.

Les feuilles sont composées, paripennées, longues ordinairement de 15 à 20 cm. Sur le pétiole arrondi, s'insèrent au plus 3, souvent 1 ou 2 paires de folioles elliptiques, oblongues ou obovales, arrondies au sommet, plus ou moins aiguës à la base, à peine coriaces, glabres des deux côtés, mesurant 6 à 11 cm. de longueur sur 4 à 5 cm. de largeur, supportées par un court pétiolule. La nervure principale est spécialement accusée à la face inférieure et donne naissance à 6-9 paires de nervures secondaires, finement marquées sur les deux faces.

Les fleurs, d'un blanc jaunâtre, sont réunies par 3 sur les rameaux et leurs pédicelles sont articulés; elles forment des panicules lâches longues de 3 cm. environ.

Le calice comprend 4 sépales arrondis et la corolle 4 pétales obovés, réfléchis, concaves. Le tube staminal est terminé par 8 lobes bifides, alternant avec les anthères incluses, réniformes.

L'ovaire globuleux, à 4 loges contenant chacune 4-6 ovules, est terminé par un style surmonté d'un épais stigmate.

La floraison a lieu de Septembre à Décembre; les fruits mûrissent en Janvier et Février.

Ce sont de grosses capsules subovoïdes, de couleur verdâtre, mesurant d'ordinaire 10-15 cm. de diamètre, s'ouvrant par dessiccation au moyen de 4 fentes, en libérant 12 à 20 graines selon leur grosseur.

Usages. — Quoique cette espèce ne soit pas officinale dans l'Inde, ses diverses parties sont utilisées par les indigènes.

La racine s'emploie contre les fièvres bilieuses. L'écorce possède une amertume très grande qui en fait un bon tonique ; grâce à son astringence, elle est utilisée par les Malais dans les cas de choléra, de colique, de diarrhée et autres affections abdominales.

Elle est encore usitée, ainsi que le péricarpe du fruit, en tannerie et pour la teinture des filets de pêche.

Le bois gris rosé, légèrement violacé, est parsemé de veines fines qui, par suite de la présence de nœuds, forment de gracieux dessins ; assez compact, d'un grain fin et serré, d'un travail facile et d'une longue conservation lorsqu'il n'est pas exposé aux intempéries, il est excellent pour les travaux d'ébénisterie de luxe. Il sert également pour la fabrication des meubles, des barques, des pilotis, manches d'outils, etc.

Les amandes fourniraient par traitement convenable une substance amylacée analogue au sagou et réputée stomachique.

§ II. — *Etude de la graine.*

Caractères macroscopiques. — Les graines de *Carapa moluccensis* provenant de Ceylan que nous avons examinées présentent les caractères suivants :

Relativement de grande taille, elles mesurent de 3,5 à 4,5 cm. de long sur 3,5 à 5,5 cm. de large et pèsent en moyenne 11 gr. 60. Elles sont pentaédriques ; leur forme est celle d'une pyramide quadrangulaire à faces latérales inégales et dont la base, qui représente la partie en contact avec le péricarpe, est plus ou moins convexe ; les arêtes, vives, forment des crêtes très accusées. Leur surface est ridée par la dessiccation et se laisse rayer par l'ongle ; dans certaines d'entre elles, l'amande, complètement détachée de l'enveloppe, fait entendre un léger bruit par agitation.

Le hile est petit et forme une saillie ordinairement circulaire de 2 à 5 mm. de diamètre qui est toujours voisine du sommet de la pyramide et parfois même coïncide avec lui.

Le micropyle, très net, est placé sur la face convexe, c'est-à-dire presque à l'opposé du hile, ordinairement à l'un des angles ; il est entouré de rides et souvent perforé.

L'enveloppe est extérieurement d'un brun hépatique (n^{os} 104, 113 Code K. et V.) ; elle a de 1 à 1,5 mm, d'épaisseur ; la section des crêtes a la forme d'un triangle dont la hauteur varie de

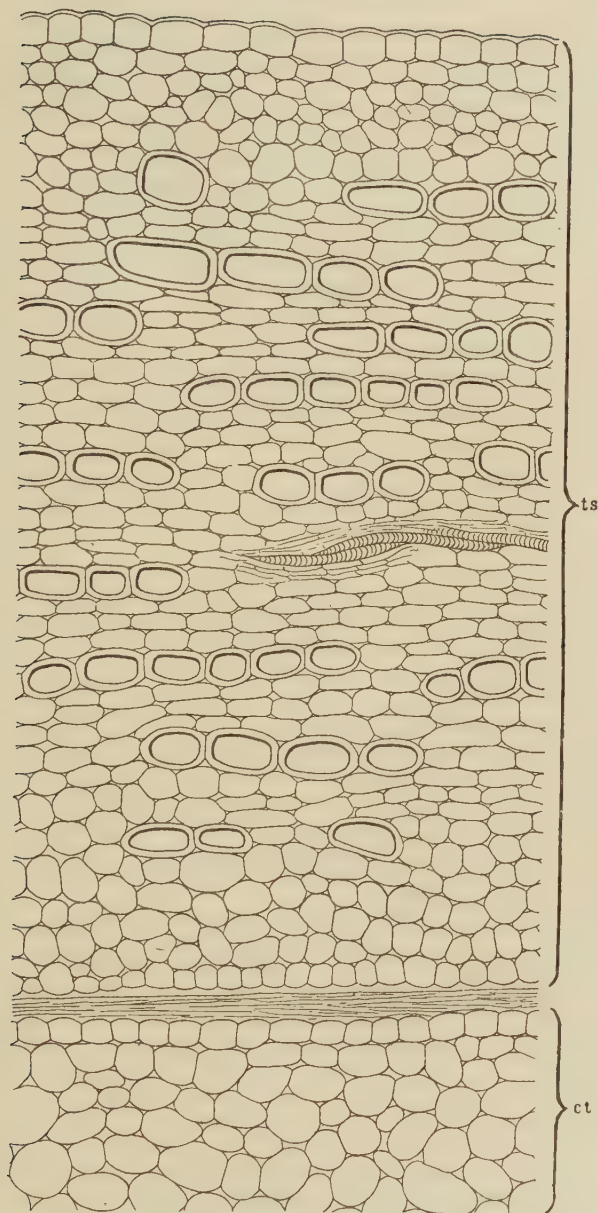


FIG. 29. — Coupe transversale de la graine
de *Carapa moluccensis* Lam.

ts, tégument séminal parenchymateux contenant des files
de grosses cellules à composés tanniques ; *ct*, tissu cotylé-
donaire recouvert de tissu écrasé.

2,5 à 7 mm.; dans la région du hile elle est particulièrement épaisse et spécialement mince aux abords du micropyle où il est facile de reconnaître l'emplacement de la radicule. La partie interne est de couleur plus claire (n^{os} 112, 132 Code K. et V.),

L'amande est à l'extérieur d'une teinte non uniforme (n^{os} 128, 113, 118 Code K. et V.). L'une des faces qui était primitivement soudée à la région du tégument séminal voisine du micropyle est lisse et porte la radicule qui a la forme d'une petite saillie en bouton circulaire ayant environ 4,5 mm. de diamètre et entourée d'une sorte de gouttière étroite; l'autre face, a une apparence chagrinée. L'embryon est relativement de grande taille.

Les cotylédons, formés surtout de réserves amylacées, sont de couleur jaune rougeâtre clair (n^{os} 117, 142 Code K. et V.) et constituent le reste de l'amande.

Caractères microscopiques. — L'enveloppe représente ici, contrairement à ce qu'on observe chez les autres *Carapa*, l'ensemble des téguments.

L'épiderme supérieur n'est jamais exfolié; il est constitué par des cellules régulièrement disposées dans le sens radial; vues de face, elles sont de forme arrondie ou ovale, parfois écrasées.

Le reste, en coupe transversale, est presque exclusivement composé d'un parenchyme essentiellement cellulosique à éléments allongés, ovoïdes, sans caractères spéciaux, où se distinguent seulement des séries de grosses cellules tannifères plus ou moins étendues et, dans la région moyenne, des faisceaux libéro-ligneux. Les parties supérieure et inférieure, riches en produits tanniques comme nous l'avons déjà signalé, sont formées de petites cellules, généralement arrondies.

Sous une couche de tissu écrasé, la masse cotylédonaire débute par un épiderme sensiblement régulier; les autres cellules sont de formes et de dimensions variables. L'eau iodée y produit une forte coloration bleue, car les cotylédons sont gorgés d'amidon; la petite quantité de matière grasse qu'elles renferment est pour ainsi dire masquée et très difficilement décelable par les réactifs usuels des corps gras.

Composition. — L'échantillon étudié contenait en moyenne 33,98 % d'enveloppes et 66,02 d'amandes. Nous n'avons pu extraire des cotylédons, par l'éther de pétrole, que 0,94 % soit, pour les graines entières sèches: 0,62 % d'une huile blanc jaunâtre, amère,

spécialement concrète et riche en résine entraînée qui masquait (vu la petite quantité d'huile) les véritables températures de fusion et de solidification.

Il faut donc retenir ceci, c'est que la plupart des articles modernes sur la question sont entachés d'erreur et se trompent quand ils parlent de l'huile obtenue avec les semences de *C. moluccensis*, car elle ne s'y trouve qu'en fort petite quantité, est par suite extrêmement difficile à extraire et *sans application industrielle possible.*

Principales Indications Bibliographiques concernant les *Carapa*.

RUMPHIUS. Herbarium Amboinense, Amsterdam 1750, **3**, p. 92, pl. 61.

FUSÉE AUBLET. Histoire de la Guiane française, Londres 1775, **2**, supplément, p. 32; **4**, pl. 387.

DE LAMARCK. Encyclopédie méthodique, Botanique, Paris 1783-1817, **1**, p. 621.

ANTOINE-LAURENT DE JUSSIEU. Dictionnaire des Sciences naturelles, Strasbourg 1817, **7**, p. 30.

CADET DE CASSICOURT. Analyse de l'huile de *Carapa*, *Journ. Pharm. Chim.*, 2^e série, **5**, 1819, p. 49.

F.-G. BOULLAY. Sur le principe amer de l'huile de *Carapa* considéré comme un alcali végétal, *Journ. Pharm. Chim.* 1821, 2^e série, **7**, p. 293.

PÉTROZ et ROBINET. De l'écorce du *Carapa*, *Journ. Pharm. Chim.* 1821, 2^e série, **7**, p. 349.

J.-J. VIREY. Sur l'arbre de *Carapa* et d'autres espèces voisines *Journ. Pharm. Chim.* 1821, 2^e série, **7**, p. 411.

AUG. PYRAM DE CANDOLLE. Prodrômus Systematis naturalis, regni vegetabilis, Paris 1824, **1**, p. 626.

ROBERT SWEET. Hortus Britannicus, 2^e édition, Londres 1830, p. 86.

ADRIEN DE JUSSIEU. Mémoire sur le groupe des Méliacées. Paris 1830, p. 90, pl. 9, n° 22.

GUILLEMIN, PERROTTET et RICHARD. Floræ Senegambiæ tentamen, Paris 1830-1833, **1**, p. 128.

MÉRAT et DE LENS. Dictionnaire universel de Matière Médicale, Paris 1830, **2**, p. 85.

MIQUEL. Stirpes Surinamensis selectæ, 1854, p. 75, pl. 49.

THWAITES et HOOKER. Enumeratio Plantarum Zeylanicæ, Londres 1858-1864, p. 61.

E. CAVENTOU. Deuxième mémoire sur les végétaux des familles Méliacées et Cédrelacées. Du *Carapa Touloucouna*. Paris 1859.

E. CAVENTOU. De l'écorce du *Carapa* de la Guyane française, *Répertoire de Pharmacie*, Paris 1860-61, **17**, p. 180.

CHATEAU. Traité complet des corps gras industriels, 1863, p. 293.

EL-J. WARING. Pharmacopœia of India, Londres, 1868, p. 56.

WILLIAM J. WONFOR. On the acids contained in Crab-oil, Proceedings of the Royal Society of London, Londres 1869-70, **18**, p. 304.

HEBER DRURY. The useful plants of India, 2^e édition, Londres 1873, p. 449.

H. BAILLON. Histoire des plantes, Paris 1874, **5**, p. 480.

Bulletin mensuel de la Société d'Acclimatation 1874, **1**, p. 597.

H. BAILLON. Sur le développement des feuilles de *Carapa*, *Bulletin mensuel de la Société Linnéenne de Paris*, 1874-1889, **1**.

DÉCUGIS. Les tourteaux des graines oléagineuses, Toulon 1876, p. 36, 124, 147, 253, 321.

GUIBOURT. Histoire naturelle des Drogues simples, Paris 1876, **3**, p. 593.

COOKE. Oil seeds and oils in the India Museum, Londres 1876, p. 10.

A. et C. DE CANDOLLE. Monographiæ Phanerogamarum, Paris 1878, **1**, p. 716.

FLÜCKIGER et HANBURY. Histoire des Drogues d'origine végétale, Trad. par LANESSAN, Paris 1878, **1**, p. 409.

PIERRE. Flore forestière de la Cochinchine, Paris 1879-1907, **2**, pl. 359, **3**, p. 359.

GAMBLE. A manual of Indian timbers. Calcutta 1881, p. 74.

SCHAEGLER. Die Technologie der Fette und Oele, Berlin 1883, p. 586.

WATT. Dictionary of the economic products of India, Calcutta 1889, **2**, p. 441.

DYMOCK & WARDEN HOOPER. Pharmacographia indica, 1889-90, **1**, p. 343.

GRISARD et VANDEN BERGHE, Les bois industriels, Paris 1893, p. 276.

E.-H. GANE. Fixed oil of *Carapa guianensis*, *Pharmaceutical Journal and Transactions*, 1894-95, 3^e série, **25**, p. 1150.

LARBALÉTRIER. Les tourteaux des graines oléagineuses comme aliments et engrais, Paris 1895, p. 59, 112.

PLANCHON et COLLIN. Les Drogues simples d'origine végétale, Paris, 1896, **2**, p. 670.

ENGLER & PRANTL. Die natürlichen Pflanzenfamilien, Leipzig 1897, 3^e partie fasc. 4, p. 276.

DEERING. Carapa oil from Trinidad, *The Journal of the Society of Chemical industry*, 1898, **17**, p. 1156.

HECKEL. Graines grasses nouvelles ou peu connues des colonies françaises, *Annales de l'Institut colonial de Marseille*, 1898, **5**, fasc. 2, p. 141 et 153.

THOMS. Analyse der Fruchte des Mkomavibaumes (*Carapa*) aus dem Rufidji-Delta in Deutsch-Ostafrika, *Tropenpflanzer*, 1900, **4**, p. 436.

THOMS. Analyse de fruits de l'arbre Mkomavi du delta du Rufidji, *Journ. Pharm. Chim.*, Paris 1900, p. 571.

LASNET, CLIGNY, CHEVALIER et RAMBAUD. Une mission au Sénégal, Paris 1900, p. 212.

DEVEZ. Notice sur les produits de la Guyane française, Paris 1900, p. 52.

ODOARDO BECCARI. Nelle Foreste di Borneo, Firenze 1902, p. 574.

DE WILDEMANN. Notice sur les plantes utiles ou intéressantes de la flore du Congo, Bruxelles, 1903, **1**, p. 60.

COLLIN et PERROT. Les résidus industriels, Paris 1904, p. 209.

CONSTANCIA. Notice sur les Essences forestières du Soudan propres à la construction, Levallois-Perret 1905, p. 46.

POBÉGUIN. Essai sur la Flore de la Guinée française, Paris 1906, p. 39, 114, 268, 353.

A. CHEVALIER. Novitates floræ africanæ. *Bulletin de la Société Botanique de France* 1907, **58**, mémoire 8, p. 11.

HEFTER. Technologie der Fette und Oele, Berlin 1908, **2**, p. 506, 645.

— *Bulletin of the Imperial Institute*, Some African oils and oil seeds, 1908, **6**, p. 360.

J. LEWKOWITSCH. Technologie des huiles, graisses et cires, trad. par E. BONToux, Paris 1909, p. 1020, 1932, 1934.

MARTIN-LAVIGNE. Recherches sur les bois de la Guyane, Thèse Doct. Univ. (Pharmacie), Paris, 1909, p. 75.

A. CHEVALIER. Les végétaux utiles de l'Afrique tropicale française, Bois de la Côte d'Ivoire, Paris 1909, **5**, p. 191.

DIETRICH BRANDIS. Indian trees, Londres 1911, p. 140.

WEHMER. Die Pflanzenstoffe, Iéna 1911, p. 419.

A. HÉBERT. Sur la composition de diverses graines oléagineuses de l'A. O. F. *Les Matières grasses*, Paris 1911, 4, n^{os} 35 et 36, p. 2158 et 2205 ; 1912, 5, n^o 46 p. 2602.

A. HÉBERT. Sur quelques nouvelles graines oléagineuses coloniales, *Journal d'Agriculture tropicale*, décembre 1913, 13^e année, n^o 150, p. 358.

CONCLUSIONS.

Arrivé au terme de ce long travail, nous avons la satisfaction de nous dire qu'il ne restera pas inutile.

Conduit par l'enchaînement logique des choses, nous avons été amené tout d'abord à donner un aperçu rapide de la fabrication industrielle des savons. Si court que soit cet exposé, nous avons pu néanmoins, à la suite de notre enquête, le rendre plus scientifique et plus exact que les anciennes notions renfermées dans les livres actuels.

L'établissement original du procédé de préparation de savon au laboratoire, applicable à toutes les huiles, fut particulièrement fécond en enseignements.

Nos premières expériences, justement parce qu'elles furent difficiles et infructueuses, ont fourni l'occasion de rechercher les lois fondamentales de la savonnerie et de les formuler. Il est indispensable au savonnier de ne pas les perdre de vue dans ses essais, car souvent il y trouvera l'explication d'insuccès de fabrication incompréhensibles à première vue.

L'élaboration rationnelle de notre méthode sur cette base solide a dès lors permis d'obtenir d'excellents résultats dans tous les cas soumis à l'expérimentation.

Son application aux huiles des Méliacées, en particulier, nous a conduit à une juste idée de leur utilisation possible. Rappelons ici brièvement les conclusions tirées de l'étude de chacune d'elles.

L'huile de *Neem* (*Azadirachta indica*), grâce à ses propriétés antiseptiques naturelles, semble indiquée pour la préparation de certains savons médicamenteux ; celle d'*Amoora* (*Amoora Rohituka*) est susceptible de donner des savons mous intéressants ; celle de *Majouiraire* (*Trichilia emetica*), à cause de sa richesse en acides gras solides, ne saurait être employée ailleurs qu'en stéarinerie.

Quant aux huiles de *Touloucouna* (*Carapa Touloucouna*) et d'*Andiroba* (*Carapa guianensis*), elles méritent plus spécialement d'attirer l'attention. Leur usage (en mélange avec des huiles

moins concrètes) pour la préparation des savons durs donnerait de bons produits ; leurs savons potassiques conviendraient bien pour la confection des savons liquides.

Or, tous les arbres producteurs des graines qui les fournissent se rencontrent en plus ou moins grandes quantités dans notre empire colonial.

L'*Azadirachta indica* se trouve dans quelques-unes de nos possessions indiennes ; l'*Amoora Rohituka* est actuellement acclimaté à Madagascar, et les *Trichilia* sont abondants dans le Soudan Nigérien.

Le *Carapa Touloucouna* et le *C. guianensis* sont particulièrement répandus le premier en Afrique occidentale française ; l'autre en Guyane française, où ils font partie de la flore des vastes forêts encore peu exploitées faute de moyens de transport. Ce sont, nous l'avons vu, ces deux derniers qui peuvent avoir le plus d'applications ; aussi est-il à souhaiter qu'une meilleure compréhension de nos intérêts conduise à la mise en valeur de ces richesses actuellement presque délaissées. Mais il est juste d'ajouter que, pour qu'une telle entreprise soit viable et pour concurrencer efficacement les matières grasses similaires de provenance étrangère, il faut arriver à produire en quantité considérable et à des cours abordables qui retiennent l'attention des industriels.

Nous ne parlerons ici que pour mémoire du *Melia Azedarach* et du *Carapa moluccensis* ; nous pensons avoir définitivement ruiné les légendes ridicules nées à la suite d'erreurs regrettables, attribuant des propriétés imaginaires à leurs huiles que la faiblesse et la difficulté de l'extraction rendent pratiquement inexistantes.

Les descriptions détaillées, facilement comparables, des Méliacées oléagineuses et de leurs graines, éviteront désormais toutes les confusions si fréquentes jusqu'ici et dues surtout au manque d'ouvrages d'ensemble et à l'abondance d'articles souvent contradictoires, comme aussi à la reproduction, dans les ouvrages spéciaux, d'affirmations non contrôlées ou de simples erreurs typographiques.

Résumons brièvement les différences essentielles des trois groupes étudiés que nous réunirons sous les appellations globales d'*Azédarachs*, de *Mafouraires* et de *Carapas*.

1° AZÉDARACHS (MÉLIÉES). — L'*Azadirachta indica* (Azadirac de l'Inde ou Neem) est nettement caractérisé par ses feuilles monopennées, son ovaire à 3 loges contenant chacune 2 ovules collaté-

raux et son fruit drupacé à noyau tendre avec, habituellement, une seule semence exalbuminée.

Le *Melia Azedarach* (Azédarach commun, Lilas de Perse) s'en distingue par ses feuilles bipennées généralement à 5 loges renfermant chacune 2 ovules superposés ; son fruit drupacé a un noyau très dur, dans lequel sont incluses plusieurs petites graines albuminées (le plus souvent 2 à 3 seulement arrivent à maturité).

2° MAFOURAIRES (TRICHILIÉES). — L'*Amoora Rohituka* (Mafouraire de Madagascar) est reconnaissable à ses longues feuilles imparipennées à grandes folioles glabres, ses fleurs à 5 sépales, 3 pétales, 6 anthères incluses dans le tube staminal, son fruit capsulaire triloculaire dont les semences (le plus souvent au nombre de 3) ont un arille complet facilement séparable.

Le *Trichilia emetica* (Mafouraire vrai) s'en éloigne par ses folioles plus petites, à face inférieure velue, ses fleurs à 5 pétales, 10 anthères exsertes, et ses graines pourvues d'un arille incomplet intimement soudé à l'enveloppe.

3° CARAPAS (SWIETÉNIÉES). — Le *C. Touloucouna* est un bel arbre à feuilles paripennées dont les folioles sont toujours en nombre supérieur à trois ; les fleurs pentamères nombreuses et longuement pédicellées sont réunies en grandes panicules ; le fruit capsulaire, ligneux et divisé en 5 loges renferme des semences tétraédriques rugueuses, à arêtes arrondies, dont l'enveloppe est en majeure partie sclérifiée, tandis que la partie interne parenchymateuse adhère à l'amande.

Le *C. guianensis* s'en rapproche beaucoup dans l'ensemble, mais se différencie par ses fleurs tétramères courtement pédicellées, dont le tube staminal se termine par 8 lobes entiers, et ses semences tétraédriques lisses à arêtes nettes.

Le *C. moluccensis* s'éloigne notablement des deux précédents ; ses feuilles ont de 1 à 3 paires de folioles, ses panicules sont petites à fleurs tétramères peu abondantes, longuement pédicellées ; le tube staminal se termine par 8 lobes bifides. Le fruit est capsulaire, en majeure partie cellulosique, à 4 loges ; et les graines pentaédriques, à arêtes vives, n'ont qu'une seule enveloppe épaisse, parenchymateuse.

L'étude histologique de ces semences nous a révélé de curieuses analogies que nous croyons devoir souligner ici. Il est particulièrement intéressant de suivre, dans les divers groupes que nous venons d'établir, la constitution de la masse cotylédonaire :

a) AZÉDARACHS. — *Ni cellules sécrétrices, ni amidon, ni tannin.*

b) MAFOURAIRES. — *Présence de grosses cellules sécrétrices et de petits grains d'amidon, absence de tannin.*

c) CARAPAS. — *Pas de cellules sécrétrices, présence constante de cellules à tannin, amidon variable, manquant complètement dans le C. Touloucouna, en grains peu nombreux dans le C. guianensis, en grande quantité dans le C. moluccensis.*

A noter également la présence d'éléments sclérifiés abondants dans les téguments séminaux ; il n'existe que deux exceptions : l'*Azadirachta indica* où se trouvent seulement de petits îlots composés de 1 à 3 cellules scléreuses et le *C. moluccensis* complètement parenchymateux.

Au point de vue de l'utilisation pratique, nous nous sommes rendu compte qu'il n'est généralement pas nécessaire d'opérer sur la semence entière puisque les enveloppes, qu'elles soient d'origine endocarpienne ou tégumentaire, ne renferment pas d'huile. Il y aurait donc intérêt à ne se servir que de graines préalablement décortiquées, sauf pour les Mafouraires. En effet, dans l'*Amoora Rohituka*, l'amande est soudée, sur la moitié environ, avec son tégument, et dans le *Trichilia emetica* l'arille est gorgé de matière grasse.

Les chiffres que nous donnons pourront également servir de base pour la prévision des rendements industriels.

Enfin les renseignements fournis sur les tourteaux permettront de se rendre compte des possibilités de leur emploi et d'en reconnaître les fraudes.

Ajoutons, pour terminer, que cette étude spéciale des Méliacées peut servir de type à des recherches du même genre portant sur des produits variés du règne végétal, et cela sans doute pour le plus grand profit des industries intéressées, à une époque où il n'est pas exagéré d'envisager l'apparition d'une crise grave produite par la raréfaction de la matière première.

Vu, bon à imprimer :
Le Président de la Thèse,
E. PERROT.

Vu :
Le Directeur de l'Ecole,
H. GAUTIER.

Vu et permis d'imprimer :
Le Vice-Recteur de l'Académie de Paris,
L. LIARD.

TABLE DES MATIÈRES.

	Pages
Introduction	1
 I^{re} PARTIE. — Fabrication industrielle des savons de potasse et de soude.	
Généralités.....	7
CHAPITRE I. — Savons d'empâtage :	
a) savons mous.....	10
b) mi-cuits.....	14
c) savons durs par empâtage à froid..	14
CHAPITRE II. — Savons relargués ou déglycérinés :	
a) savons blancs marseillais.....	16
b) savons marbrés marseillais.....	24
CHAPITRE III. — Savons de combinaison directe :	
a) savons d'acides gras	26
b) savons d'acide oléique.....	27
 II^e PARTIE. — Préparation au laboratoire des savons de potasse et de soude pouvant servir à l'essai pratique des huiles et de leurs acides gras.	
Généralités	33
CHAPITRE I. — Savons préparés avec la matière grasse :	
§ I. Lois régissant la préparation des savons	36
§ II. Choix des appareils.....	39
§ III. Opérations préliminaires et sa- vons d'amorçage.....	41
§ IV. Préparation définitive d'un savon d'empâtage potassique à 50%...	44
§ V. Préparation définitive d'un savon relargué sodique pur.....	46

CHAPITRE. II. — Savons préparés avec les acides gras	
§ I. Préparation des acides gras et opérations préliminaires.....	50
§ II. Préparation immédiate d'un savon d'empâtage potassique à 50 %...	51
§ III. Préparation immédiate d'un savon relargué sodique pur.....	52

III^e PARTIE. — Etude des graines oléagineuses des Méliacées. Application de la méthode d'essai.

Généralités sur les graines étudiées et leur place dans la classification.....	53
CHAPITRE I. — <i>Azadirachta indica</i> A. de Juss.....	61
CHAPITRE II. — <i>Melia Azedarach</i> Lin.....	77
CHAPITRE III. — <i>Amoora Rohituka</i> W. et A.....	89
CHAPITRE IV. — <i>Trichilia emetica</i> Vahl.....	98
CHAPITRE V. — Généralités sur les <i>Carapa</i>	109
CHAPITRE VI. — <i>Carapa Touloucouna</i> G. et P.....	114
CHAPITRE VII. — <i>Carapa guianensis</i> Aub.....	124
CHAPITRE VIII. — <i>Carapa moluccensis</i> Lam.....	133
Conclusions	145

IMPRIMERIE ET LITHOGRAPHIE L. DECLUME, LONS-LE-SAUNIER
